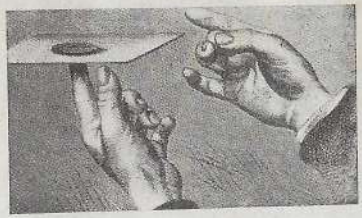
Ing. ITALO GHERSI

700 GIOCHI

ED ESPERIENZE FACILI E DILETTEVOLI



DI FISICA, CHIMICA E STORIA NATURALE

TUTTI ESEGUIBILI IN FAMIGLIA

CON ALCUNE INTERESSANTI

CURIOSITÀ DI MATEMATICA ELEMENTARE

QUARTA EDIZIONE RIVEDUTA
ED ARRICCHITA DI INTERESSANTI NOVITÀ
con 585 incisioni intercalate nel testo

U H

Milano - ULRICO HOEPLI - Editore

1925

PROPRIETÀ LETTERARIA

Tipografia Sociale del Cav. Carlo Sironi - Milano, Via G. Mameli, 15
(Printed in Italy)

PREFAZIONE

Istruire dilettando! *Ecco il problema che si tende ora a risolvere in tutti i modi. Ed invero la scienza è per sè stessa altrettanto poetica e feconda di allettamenti e di godimenti sublimi per gli intelletti che con amore la studiano ed approfondiscono, quanto arida e poco attraente pei cosidetti* profani, *nonchè per le menti irriflessive dei fanciulli, per i quali diventa spesso un martirio infruttuoso, solo perchè esposta in modo non adatto alle loro particolari condizioni intellettuali. Il seguire un ragionamento di una certa complicazione, non è possibile nel ragazzo, il quale resta invece facilmente e durevolmente impressionato dalla materialità delle cose e dei fenomeni. Il fanciullo è un grande osservatore; non si ha dunque che ad assecondare tale sua facoltà, procurando di svilupparla e di trarne profitto; il resto verrà da sè. Noi italiani, specialmente, non dobbiamo dimenticare il titolo precipuo di gloria del nostro sommo Galileo, quello cioè di avere incamminato le scienze sulla via* sperimentale, *per la quale sono venute così rapidamente acquistando sviluppo e perfezione.*

Io mi rivolgo dunque alle persone intelligenti, istruite, le quali comprendono tutto il vantaggio che può derivare al fanciullo dall'imparare il più presto possibile quegli elementi delle scienze positive che ora non è più lecito a persone civili di ignorare; e metto a loro disposizione una raccolta di giochi, di esperienze di facile esecuzione o costruzione e senza pericolo (1). *Ho dovuto anzi sacrificare*

(1) *Dico senza pericolo in quanto riguarda lo svolgimento di gas deleterii, o sotto pressione, od infiammabili. Del resto nelle esperienze ho dovuto necessariamente indicare l'uso di alcuni acidi o sali velenosi; ma da tale loro nocevolezza è facile guardarsi con un po' di precauzione. — Certo non si lasceranno in mano ai ragazzi.*

a queste condizioni non pochi e belli esperimenti che si trovano indicati in libri di questo genere; ma lo feci senza rincrescimento, convinto che questo libro per essere realmente utile *dovesse essere essenzialmente* pratico. *E per la stessa ragione ho sorvolato su quelle spiegazioni scientifiche che sarebbero riuscite troppo astruse. Non intendo però sottrarmivi, e sarò ben lieto se qualche lettore vorrà rivolgersi a me per dilucidazioni e schiarimenti; che se non sarò in grado di fornirli, potrò almeno indicare le fonti alle quali si possa attingerli.*

In un lavoro di compilazione come questo, è naturale che la parte originale *dell'Autore sia ristretta. Ho procurato però di attingere alle migliori fonti* (1) *quel tanto che mi è sembrato più adatto all'indole di questa raccolta.*

Ed ora all'opera, nonni, babbi, zii, fratelli! Coi materiali più semplici potrete divertire i vostri cari bimbi; e se i prodotti saranno grossolani avranno però il pregio d'esser nati fra le vostre mani e appunto perciò, siatene certi, avranno presso i fanciulli maggiore fortuna di tanti costosi balocchi, troppo sovente insulsi. Profittate del periodo di attenzione e di curiosa aspettativa del fanciullo che segue i vostri preparativi o le vostre costruzioni in attesa d'un risultato inverosimile che gli avete preannunziato, per gettare nella sua tenera mente i primi semi scientifici; vedrete come germoglieranno e come salde metteranno le radici!

I. Ghersi.

---

(1) *Ne indicherò alcune per chi volesse* approfondirsi *nella materia:*

« La Nature ».
Abraham Henri. — *Recueil d'expériences élémentaires de physique.*
Pfeiffer-Hermann. — *Das buch der Probleme, Kunststücke und Gesellschaftsscherze.*
Wagner Hermann. — *Spielbuch für Knaben.*
Maria Lestre. — *Spielbuch für Mädchen.*
Heraud A. — *Jeux et récréations scientifiques.*
Hampson W. — *Paradossi della natura e della scienza.*
« Das neue Universum ».
G. M. Hopkins. — *Elementary practical and experimental-Physics.*
I. Ghersi. — *Matematica dilettevole e curiosa.*

INDICE PER MATERIA

MECCANICA

Pag.

Motori a vento 1
La giostra ad aria 2
L'anemometro 3
Ruote a vento 5
Il boomerang 6
Riproduzione di un suggello 12
La matita in equilibrio sulla sua punta 13
Il fantoccio equilibrista 14
Il turacciolo ubbriaco 15
L'equilibrio del mestolo 16
Ah, la mia tazza della Cina! 17
L'equilibrio delle matite 18
Equilibrio di un piatto, di un bastone, ecc. 19
Un piatto in equilibrio sulla punta di un ago 20
Spilla forata da un ago 20
Un appoggio di limitata superficie! 21
Variazioni sul tema 22
Il segatore automatico 24
Duello alla fuggi-fuggi! 25
Il cilindro semovente 26
Il saltatore automatico 26
Gli equilibristi celebri 27
La seggiola e il vostro centro di gravità 27
Ancora.... equilibrio 30
Un movimento paradossale 31
Il cerchio alpinista 32
L'alpinismo delle gocce d'acqua 33
L'uovo indomabile 34
L'uovo docile 35
Le bilancie improvvisate 35
La bilancia di Leonardo da Vinci 38
Sollevare un uomo sulla punta delle dita 40
Un motore a fiamme 40
La sfera sospesa nell'aria 41

Pag.

La moneta rotante 42
Il paranco improvvisato 43
Esperienze sul principio d'inerzia 43
Come si stura una bottiglia senza toccare il turacciolo 46
Un colpo ben assestato 47
Soldo forato con un ago 48
Leonardo da Vinci insegna 49
Come si può segare il legno con la carta 49
L'uovo ballerino 49
La sciabola che non taglia l'acqua 50
Forza centrifuga 50
Trottole ad acqua 51
La puntualità d'una bottiglia 52
Un turacciolo prepotente 52
Un pesalettere economico 53
Il ludione improvvisato 53
La danza del diavolo 54
Un paradosso meccanico 55

IDRAULICA - PRESSIONE ATMOSFERICA

L'arganello sifone 56
La pipa rotante 57
Battello a reazione idraulica 58
Il carrello di Pascal 58
La fontana zampillante 59
La bacchetta magica 60
Microfono idraulico 61
Sifone a zampillo 61
Sifone a insufflazione per acidi 62
Esperienze sulla capillarità 63
Un mucchio di cotone in un bicchiere d'alcool 64
Un po' di magia 65
Aghi galleggianti sull'acqua 66
I galleggianti indocili domati 67
La geometria diabolica 67
I zolfanelli ghiottoni 69
Rotazione d'una spilla galleggiante 69
Il pesciolino animato 70
Lo scorpione nuotatore 71
I danzatori infaticabili 72
Il battello misterioso 72
Diffusione dei liquidi 73
Il vulcano in eruzione 77
L'uovo idropico 78
Il bicchiere-pompa 78
Il prosciugamento di un piccolo lago 79
Soluzione d'un problema difficile 80

Pag.

Il tubo di vetro semovente 81
Pompa pneumatica minuscola 82
Eh, l'aria pesa! 83
Un fumatore dai polmoni solidi! 83
Fontane di Erone 84
La fontana nel vuoto 85
L'uovo sodo nella bottiglia a collo stretto 86
L'esperienza di Ottone di Guericke 87
Un pendolo mal sicuro 88
Il ravanello pneumatico 89
Il mondo a rovescio 90
Il turacciolo indocile 91
Impossibile!?.... 92
La candela e l'imbuto 93

CALORE

Conducibilità dei metalli pel calore 95
Una scommessa a colpo sicuro 97
Accensione d'un fiammifero svedese su una lastra di vetro liscio 97
Come si taglia il vetro senza toccarlo 98
Acqua calda senza fuoco 99
Dimostrazione della dilatazione lineare dei solidi 99
Il calore musicista 100
La voce dell'aria 102
Fiamme virtuose 103
La circolazione dell'aria 103
Far bollire l'acqua nella carta 104
Ghiaccio un po' caretto 105
Ghiaccio che messo a dura prova se la cava con onore 107
Un taglio.... che non taglia 108
Ebollizione 108
Il troppo storpia 109
La giostra a vapore 110
Un embrionale motore a vapore di Erone 111
Battello a vapore a repulsione 112
Macchina a vapore inesplodibile 114
La fiamma e le tele metalliche 116
Fusione di due metalli per sfregamento 117
Fusione d'una moneta in una scorza di noce 117

ACUSTICA

La campana misteriosa 117
Il tuono nello spago 119
L'orologio misterioso 119
L'arpa automatica 120
Il bicchiere vibrante 120

Pag.
L'appetito del fonografo 121
Vibrazioni sonore 121
La sabbia musicale 122
Caleidofono 122
Le ariette luminose 123
Le figure di Chladni 123
La voce disegnatrice! 125
Fiamme vibranti 125
Strumenti musicali semplicissimi 126
Acustica col parapioggia 129
Illusione acustica 129
Uno strumento musicale a forza centrifuga 130

OTTICA

Il caleidoscopio 130
Argentatura al nero fumo 132
La riflessione totale 133
Fontana luminosa 134
Esperienze sulla rifrazione 135
Arcobaleno artificiale 136
Iridescenze 137
L'occhialino a raggi X 139
Lente economica 140
Coll'aiuto del sole.... 140
Il sole fiammifero 141
Lo spettro 141
Un fantastico molino a vento 142
Lo spettro solare 143
Il kinematografo 149
Stemmi e bandiere 150
Il diavoletto verde 151
Il ritratto a pastello 152
La tavolozza in difetto 152
La stella tricolore 153
Raggi X.... od Y? 154
La trottola grigia 154
La scelta d'una guarnizione 155
Il cromatropo 156
Camera oscura 157
L'ombra animata 158
Le ombre diverse 159
La penombra 160
Immagini oscure 161
Trottola alternante 162
Triboluminescenza 163
Fluorescenza 164
Fosforescenza 164

ELETTRICITÀ E ELETTRO-MAGNETISMO

Pag.
Elettrizzazione della carta 164
Elettroforo semplicissimo 166
La bottiglia di Leyda 167
Bottiglia di Leyda viva 167
Il ragno elettrico 168
Macchine elettriche semplicissime 169
Macchina elettrica animale 171
L'elettroscopio semplificato 172
Elettricità vitrea 173
Olio attratto elettricamente 174
La pipa docile 174
Elettricità statica con lampadine ad incandescenza 175
Magia elettrica 176
I fantocci elettrizzati 177
Pile economiche 178
Gli anelli di Nobili 179
Bussola economica 181
Colorazione elettrica di una soluzione 181
Figure elettriche 182
Come disegna l'elettricità 182
Radiotelefonia 185
Immagini latenti sul vetro 185
Amalgama di sodio 187
Amalgama d'ammonio 187
Una lezione di elettro-magnetismo 188
Lampadina elettrica ad arco 189
Utilizzazione delle lampadine ad incandescenza bruciate 189
Modo di distinguere il genere della corrente 190
La ruota termo-elettrica 190
I funamboli 191
Il bastone magico 192
La calamita in azione 193
Danza magnetica 193
Arborescenze magnetiche 194
Concentrazione d'una flottiglia 194
Calamite ed aghi magnetici 195
Spettri magnetici 197

CHIMICA

Gas carbonico 198
L'obice a gas 200
Un cannone di nuovo modello 201
Un gasogeno primitivo 202
Un soffio galactogeno 203
Il vino mutato in latte? 204

Pag.
Come tramutare il vino in acqua e l'acqua in vino 204
Vino decolorato coll'acqua di seltz 204
La tintura di cavolo rosso 205
Si può tingere in rosso con un liquidi incoloro? 205
Un liquido camaleonte 205
Una miscela policroma 206
Una curiosa esperienza cromatica 206
Barometri chimici 207
Mutamento chimico di colore nei fiori 209
Colorazione artificiale dei fiori freschi 211
Lettere bianche su stoffa colorata 212
Inchiostro simpatico a quattro variazioni 212
Carte chimiche 213
Carta elettrochimica 213
Un po' di magia grafica 213
Zolfo azzurro 214
I disegni al fumo di tabacco 214
Il fumo misterioso 214
La scritta sull'acqua 215
Liquidi colorati 216
Quattro liquidi in un bicchiere 218
Liquidi pesantissimi 219
Liquidi incongelabili 220
Uova incise 221
Toeletta chimica 224
L'uovo malleabile 224
Come si accende il fuoco con l'acqua 224
Far cuocere un uovo senza fuoco 225
A prova di fuoco 225
Serpenti di Faraone 225
Zucchero trasformato in carbone senza fuoco 226
Il disegnatore incognito 227
Il cacciatore giapponese 229
Carta ermetica 230
Carta diabolica 231
Carta-esca 231
Carta al magnesio 231
Al fuoco, al fuoco! 232
Polveri infiammanili 232
Fiamme colorate 233
Combustioni smaglianti 235
Reazioni chimiche luminose 235
Fiat lux! 238
Un'operazione degna di vulcano 238
Imitazione della superficie lunare 238
Caino e Abele 241
Fuochi d'artifizio minuscoli 241
Fotografia Röntgen? 242
Della cristallizzazione 243

Pag.
Cristalli grossi 246
Rivestimenti cristallini 249
Una grotta di allume 249
Cristallizzazioni istantanee 250
Cristalli trasparenti 251
Conservazione dei disegni dei ghiacciuoli sui vetri 251
Cristallizzazione dello stagno per elettrolisi 255
Cristallizzazione elettrica dei metalli 256
I cristalli al microscopio 257
Vegetazioni chimiche 260
Il riccio metallico 265
Le simpatie di un fagiolo 265
Paesaggi chimici 267
Precipitati cristallini ottenuti all'estremità di tubi capillari 270
Precipitati cristallini per diffusione 272
L'anello sospeso per magìa 274
Marezzatura della latta 274
Piante chimiche per diffusione 275
Le corone chimiche 276
Pseudo-piante di Leduc 277
Mascherine.... botaniche 284

BOLLE DI SAPONE
TENSIONE SUPERFICIALE DEI LIQUIDI - CAPILLARITÀ

Delle bolle di sapone 286
Le lamine sottili iridescenti 288
Bolle al fumo 292
Le bolle saltellanti 293
La danza elettrica delle bolle 293
Una penetrazione sui generis 294
Gli anelli variopinti 294
Una danza in una bolla di sapone 295
Bolle galleggianti sul gas carbonico 296
La caccia alle bolle di sapone 297
Tensione superficiale dei liquidi 297
Iscrivere una sfera in un cilindro 298
La giostra russa 300
Il lampadario 300
La triplice sfera 301
Il giglio animato 302
Il pallone frenato 303
Bolle grandissime 304
Bolle luminose 304
Le bolli vibranti 305
Liquidi di uguale densità non miscibili 305
Membrane d'olio nell'acqua 306
Un vaso sorprendente 307
L'aria a gocce 307

MATEMATICA CURIOSA E DILETTEVOLE

Pag.
Curiosità aritmetiche 308
Il cantiniere infedele 312
I grandi numeri 314
Indovinare l'età d'una persona 315
La lumaca e il palo 316
Il costo dell'anello 316
Una spartizione originale 316
I quadrati magici. 317
Il domino magico. 233
Triangoli magici 324
Stelle magiche 327
Reticolati magici 331
I solidi magici 334
Un po' di geometria 337
Figure geometriche di carta 341
Stella regolare a cinque punte 342
La somma degli angoli d'un triangolo 343
Il problema dei pontieri 343
Un otturatore a tre usi 344
Ellisse 345
Come si traccia un ovale 346
La spirale tracciata col filo 347
La funambula all'ipocicloide 348
Percorsi continui 349
In cui si dimostra che 66 = 65! 352
I tre gioielli 354

ILLUSIONI DEI SENSI

Sulle illusioni dei sensi: tatto e vista. 17 esperienze curiose 355-385
Il dito doppio 385
Stereoscopio monocolare 386
Il cerchio di Zoellner 387
Il cerchio stregato 387
I disegni vibranti 388
La rétina in difetto 390
Il taumatropo 391
Figure ed ombre animate 393
La trottola camaleonte 395
Cinematografo.... semplificato 396
L'apparizione magica. 397
Lettura ad artificio 398
Uno spettro artificiale 398
Un uccellino che s'ingabbia da sè 400
La mano forata 401

Pag.

L'albero di Purkinge 403
Udito 403
Gusto 405
Olfatto 405
La gamba insubordinata 406
La mano insubordinata 407
Movimenti involontarii 407
La sigaretta ribelle 407
Certe cose così facili! 408
Povero Ercole, felice memoria! 410
Ginnastica difficile. 411

BOTANICA SPECIALE

Colture senza terra 411-415
Primavera artificiale 415
Silvicolura.... casalinga 416

ESPERIENZE DIVERSE

Aria liquida 417
Gioco di domino 418
I nastri paradromici 419
Una fabbrica di anelli di fumo 421
Anelli turbinanti di idrogeno fosforato 424
Vortici anulari nell'acqua 425
Anelli turbinanti liquidi 428
Sui vortici aerei e sull'etere 429
Cucchiaio che fonde nell'acqua calda 437

ALCUNI " COME ,, UTILI P EL DILETTANTE DI CHIMICA E FISICA

Come si trafora un turacciolo di sughero 441
Dei modi di tagliare e forare il vetro 441-444
Come si curva un tubo di vetro 444
Come si fa una calamita 444
Lampadina ad acetilene 445
Pinze improvvisate per caucciù 446
Per afferrare e manipolare recipienti contenenti liquidi caldi 446-447

Figure da ritagliare per eseguire le esperienze alle quali si riferiscono . . 449

MOTORI A VENTO

Quando un fluido (gas o liquido) urta in una parete inclinata, con una certa forza, questa si scompone, ed una sua *componente* tende a far muovere la parete stessa in un certo senso dipendente dai vincoli cui essa è sottoposta. — Che roba difficile! — dirà qualcuno. — Ma se si tratta invece di una cosa semplicissima!

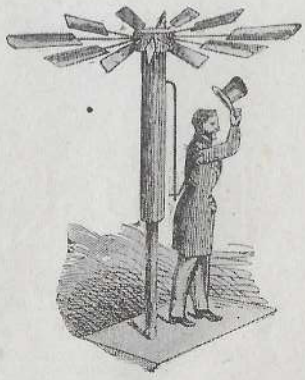


Fig. 1.

Ecco. Sopra uno zoccolo di legno (fig. 1), fissate un portapenne terminato a cono, e su questo infilate una cannuccia a libero scorrimento, alla cui sommità avrete fissato un disco di sughero; in questo disco piantate delle spille fissate con ceralacca a piccole strisce di cartoncino disponendole obliquamente, come le pale di un'elice. Queste palette saranno le *pareti inclinate* di cui si parlava sopra. Soffiando su di esse una parte, o meglio una *componente* della spinta dell'aria, tenderà a farle muovere, e precisamente in quel modo (rotazione attorno ad un'asse verticale) che è consentito dai *vincoli* del stema (spille, mozzo di sughero, cannuccia, asse di sostegno).

Ecco dunque pronto l'organo *motore* d'una macchina; ma *far muovere* una cosa senza scopo non soddisfa abbastanza. Se facessimo compiere al nostro motore qualche movimento più interessante? Vedete quella figurina? In pochi istanti ne potete far una simile in cartoncino, non è vero? Ebbene fatele un braccio snodato, cioè girevole attorno ad un filo di ferro, piegato a manovella, nel modo indicato dalla figura, e fissate nella cannuccia un altro pezzo di filo di ferro in modo che nella rotazione del motore a palette la sua estremità venga periodicamente ad urtare nella manovella. Otterrete in questo modo un movimento del braccio imitante un saluto che la figurina cortesemente farà alla compagnia ammirata del vostro talento meccanico.

Ricordatevi intanto che il filo di ferro piantato nella cannuccia si chiama organo *trasmettitore* perchè serve a trasmettere il moto, a che? All'organo *operatore*, che nel vostro caso è la *manovella* fissata al braccio.

LA GIOSTRA AD ARIA

Sul principio spiegato nel precedente articolo è basato un altro giocattolo che vedete rappresentato nella figura 2. Le spiegazioni sono superflue. Al vostro talento artistico il fare una giostra..... da 50 centesimi o da 2 lire alla corsa! Il motore che vedete nella parte superiore è costituito da un disco orizzontale di cartoncino contornato da un orlo a mo' di coppa; al fondo e all'orlo sono fissati con gomma dei raggi di cartoncino (figura 3) verticali o leggermente inclinati. La forza motrice chiedetela ai vostri polmoni.

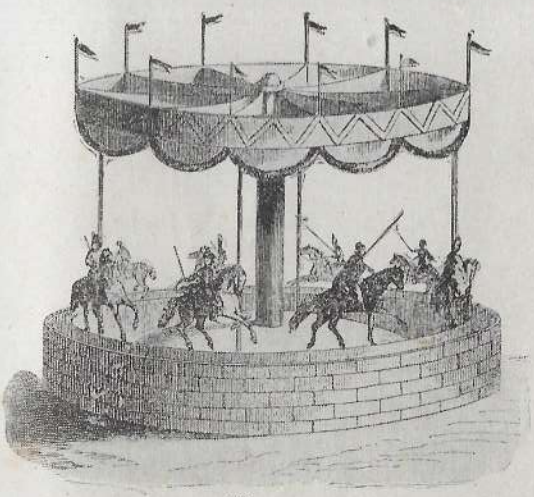


Fig. 2.

Se volete affaticarli poco ed ottenere un movimento di lunga durata, dopo una prima spinta, rendete pesanti i cavalieri con qualche pezzetto di piombo e fate poggiare sopra una minima superficie tutto il sistema che deve rotare; una spilla fissata nel centro della ruota a palette poggiante su di un pezzo di metallo, vi permetterà di far fare ai vostri clienti di carta delle corse tanto lunghe.... da produrre loro il mal di mare!

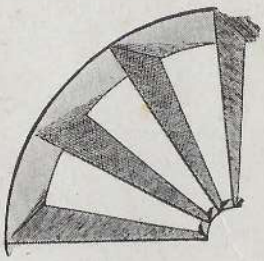


Fig. 3.

L'ANEMOMETRO

Indicheremo qui il modo di costruire un semplicissimo e sensibilissimo anemometro, cioè uno strumentino atto a svelare in un ambiente correnti d'aria anche debolissime e non facilmente percettibili.

Materia prima, un foglio di carta da lettere (fig. 4). Vi si tracciano due circoli concentrici, uno di circa cm. 5 di diametro e l'altro di circa 2, avendo cura di non forare la carta nel centro, poggiando la punta del compasso su di un *paracentri* o su di un dischetto di cartoncino o di gelatina. Si conducono due diametri perpendicolari *AB*, *CD* e due altri *EF*, *GH* pure perpendicolari fra loro e bisettori dell'angolo formato dai primi due.

Si taglia quindi col temperino la carta secondo la circonferenza esterna, indi p. es. da *A* fino al secondo circolo e poi sulla circonferenza di questo, per metà dell'intervallo tra due diametri consecutivi; cioè si fa un taglio secondo *AXY;* si piega infine la parte *A X Y Z* intorno alle punteggiata *Y Z* facendo coincidere con questa l'orlo d'una riga contro la quale si preme la carta rialzata; si dà al segmento *A X Y Z* così rialzato, l'inclinazione di circa 45° sul piano della carta. Si procede in modo analogo alla piegatura delle altre 7 parti della figura uguali alla *A X Y Z* e si ottiene così una specie di turbina. Posando allora la rotella su di un foglio di carta bibula vi si pratica in corrispondenza del centro un leggero incavo premendovi con la punta d'una matita che si fa contemporaneamente ruotare fra le dita in modo da sporcare di grafite l'infossatura ottenuta.

Si attonda poi la punta d'una comune spilla *levigata per bene* e su di essa si colloca la rotella facendovela poggiare per l'incavo accennato.

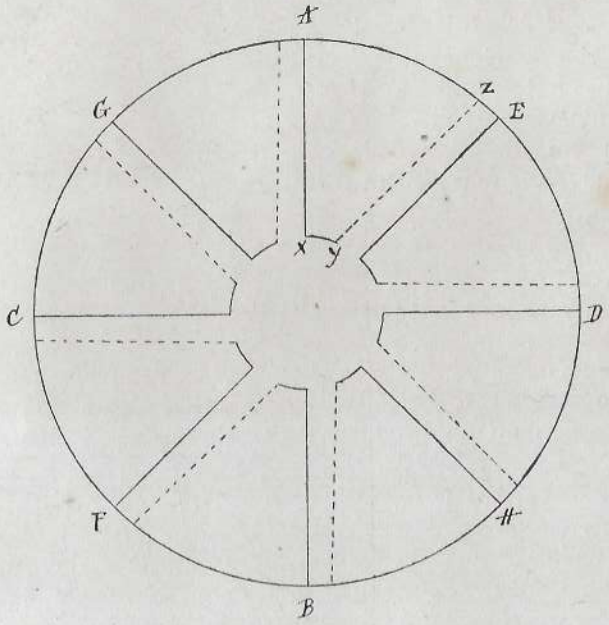


Fig. 4.

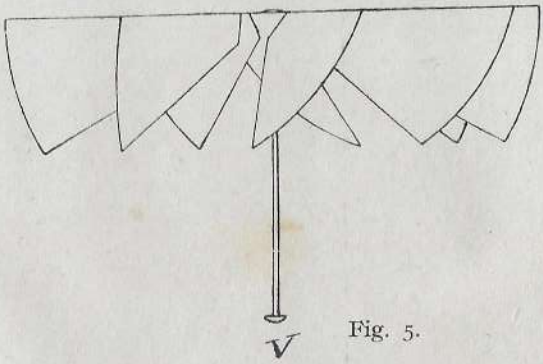


Fig. 5.

La rotazione della rotella riuscirà facilissima, favorita com'è dalla sua leggerezza e dalla mobilità attorno al punto d'appog-

gio resa anche maggiore dalla grafite che agisce come lubrificante.

La più leggera corrente d'aria agendo sulle palette della rotella come su quelle d'un'elice la metterà dunque in movimento, *destrorso o sinistrorso*, a seconda del senso in cui spirerà.

La fig. 5 rappresenta la rotella montata sulla spilla *V* e quindi pronta per l'uso. Si potranno constatare con quest'anemometro ridotto alla più semplice espressione correnti d'aria minime che per varie cause sempre si producono in qualsiasi ambiente, sia aperto che chiuso.

RUOTE A VENTO

Disegnate la fig. 6 e ritagliate le punte interne, indi piegatene una da un lato e l'altra dall'altro, successivamente, disponendole a squadra col cerchio.

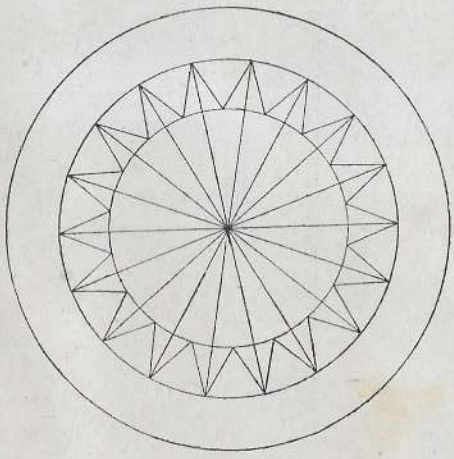


Fig. 6.

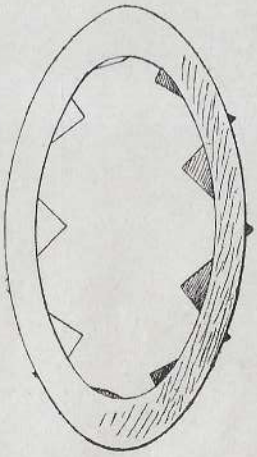


Fig. 7.

La ruota a palette così ottenuta (fig. 7) potrà correre da buon monociclo, con l'aiuto d'un forte vento.

Lo stesso dicasi d'una ruota-palla che si può foggiare con tre dischi di cartoncino nei quali si praticano dei tagli nei modi segnati nelle figg. 8, 9, 10 e che poi si dispongono come nella fig. 11.

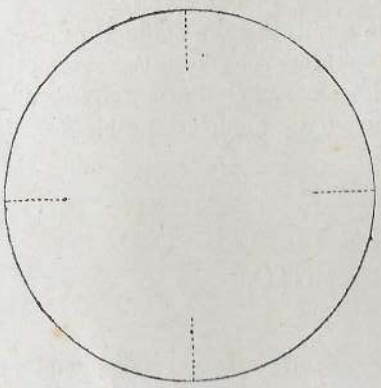


Fig. 8.

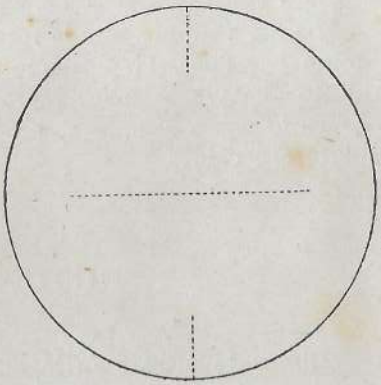


Fig. 9.

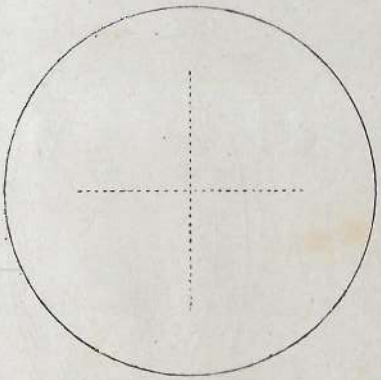


Fig. 10.

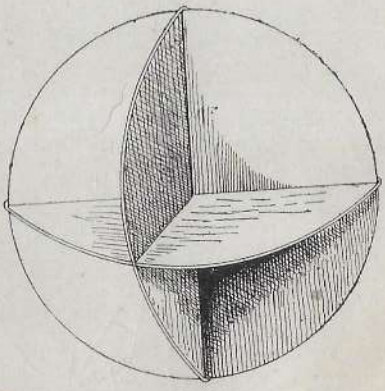


Fig. 11.

IL BOOMERANG

È questo il nome (che si pronuncia in italiano *bumerang* con la *g* quasi muta) d'un'arme usata dai selvaggi dell'Australia per colpire la selvaggina, i frutti o qualsiasi altro bersaglio. La sua

forma varia alquanto, ma quella indicata nelle figg. 12 e 13 è la più usata. In ogni modo la sua caratteristica, che lo rende tanto interessante, consiste nel fatto di ritornare presso il lanciatore dopo aver descritto traiettorie fantastiche, varie a seconda del modo con cui venne lanciato e delle quali le figg. 14 e 15 possono dare un'idea, e dopo avere o no colpito il bersaglio.

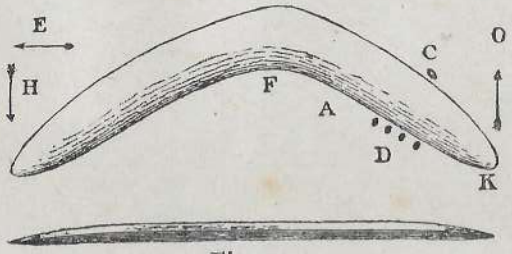


Fig. 12.

Questo strumento, tanto più sorprendente per essere stato inventato (o forse scoperto per caso) da selvaggi che occupano uno degli infimi posti nella scala etnologica, ha dato luogo a indagini matematiche le quali però non valsero a mettere completamente in chiaro il suo funzionamento.

Esso consiste in un pezzo di legno duro e sottile, appiattito, con gli orli taglienti ed estremità appuntite. La fig. 12 lo rappresenta visto di fianco, cioè con la sua forma arcuata, e visto per orlo, cioè nel suo piano.

Fig. 13.

I cinque punti neri rappresentano la posizione delle dita della mano che deve lanciarlo. È però da notare come non sempre i due tagli del boomerang si trovino in uno stesso piano, uno per es. (per una metà dell'arma) rivolto verso un estremo in alto, e l'altro (per l'altra metà) verso l'altro estremo in basso. Qualche volta le foglie morte cadendo dalla pianta descrivono curve che ricordano alquanto le traiettorie del boomerang.

Questo viene dai selvaggi lanciato in varii modi, ma sempre imprimendogli un movimento di rotazione orizzontale ossia attorno ad un asse press'a poco verticale. La trottola, e meglio, il giroscopio, dimostrano come un corpo animato da rapido movimento

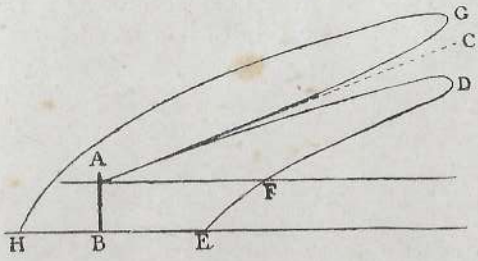


Fig. 14.

di rotazione possa resistere a tutti i tentativi diretti a spostare il suo piano di rotazione, contro i quali s'incontra una resistenza la cui azione è affatto diversa da quella della gravità. L'impulso impresso dal lanciatore al boomerang gli comunica una tendenza

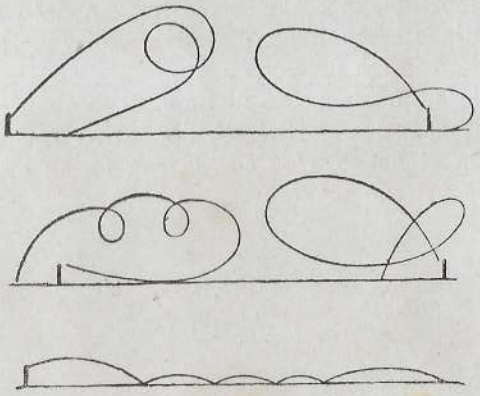


Fig. 15.

a muoversi in una data direzione, ma la sua forma e quella dei suoi margini gli farebbero assumere fin dall'inizio movimenti irregolari che finirebbero col divenire simili a quelli d'una foglia cadente o d'una carta da gioco lanciata in aria; ma il movimento

rotatorio impresso all'arma nello stesso momento del lancio, vale a regolare il moto, e tale movimento rotatorio è favorito dalla forma falciata del boomerang.

Il boomerang non deve pesare più di 150 gr. per una lunghezza di 60 cm. e i suoi margini non debbono essere troppo affilati.

La fig. 14 rappresenta le traiettorie direi *normali* del boomerang, essendo in *A B* il lanciatore. La spiegazione delle traiettorie più complesse indicate nella fig. 15 va ricercata nell'inclinazione ineguale delle due parti dell'arma verso l'orlo come vedesi nella fig. 13, che determina variazioni alterne di velocità dovute alla

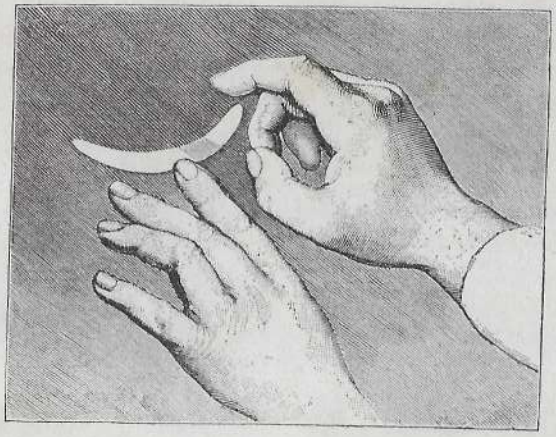


Fig. 16.

maggiore o minore facilità di fendere l'aria, relativa ai due corni del boomerang. Lanciato orizzontalmente, in modo che il suo piano di rotazione sia quasi verticale, descrive un cerchio la cui ampiezza stupisce, viene a passare a parecchi metri sopra il lanciatore e descrive poi dietro a questi e in senso inverso uno o più cerchi più piccoli.

Si può imitare questa strana arma tagliando in una carta da visita un pezzo a forma di mezzaluna colle estremità arrotondate.

Si fissa questo cartoncino nel modo indicato nella figura 16 tra il polpastrello e l'unghia, in modo che il suo piano sia inclinato sull'orizzonte di 45°, e si dà poi un potente buffetto ad una delle estremità; il cartoncino parte rotando su sè stesso seguendo una

traiettoria inclinata ascendente; ad un certo punto si ferma e ritorna verso il punto di partenza seguendo la medesima traiettoria, quando l'esperimento sia riuscito a perfezione; ma più spesso viene a cadere dietro, dinanzi od ai lati del suo punto di partenza, seguendo una traiettoria un po' diversa dalla primitiva; sempre però si ha inversione nel senso del movimento.

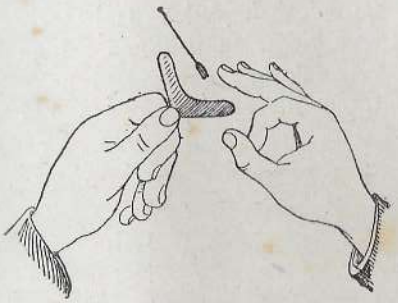


Fig. 17.

Si può disporre altrimenti l'esperimento, come è indicato nella fig. 17 fissando cioè il boomerang sotto l'unghia del pollice sinistro. Sarà bene dare al boomerang la forma indicata nella figura cioè arrotondare tutti gli angoli, dare alle palette larghezza alquanto maggiore alle estremità e sollevarle alquanto; sbiecare un pò, a modo di pala d'elica l'estremità che parte in avanti, così che essa tenda od innalzarsi; ma tali piegature dovranno essere appena accennate.

Si possono anche dare altre curvature, cui corrisponderanno traiettorie diverse e più complicate.

Quelle che si ottengono generalmente sono analoghe a quelle dei boomerang australiani. Siccome il pezzo di cartone non cessa di girare rapidissimamente su sè stesso durante tutta la traiettoria, le reazioni dell'aria hanno certamente influenza grande sull'esperimento.

È però assai difficile la spiegazione scientifica del moto di questo apparecchio; consulti il Lettore che desideri conoscerla, la Memoria pubblicata sull'argomento dal prof. M. Marey dell'Istituto di Francia nel 1872.

Si può lanciare assai meglio il boomerang di carta con una piccola catapulta di facile fabbricazione. In un turacciolo largo e piatto si pratica un intaglio profondo ed un foro come è indicato nella fig. 18. Si avvolge a molla una forcella da capelli nella sua parte centrale e si conficca per un capo nel turacciolo, dopo averlo fatto passare nel foro e l'altro si introduce nella scanalatura. Un pezzetto di filo di ferro piantato nel turacciolo servirà da *scontro* per far *iscoccare* la molla a tempo opportuno. Così montato l'apparecchio, si appoggia la mezzaluna del boomerang sul

turacciolo di contro alla molla e si fa poi scattare lo scontro; la molla darà la spinta al boomerang il quale descriverà la strana sua traiettoria nello spazio.

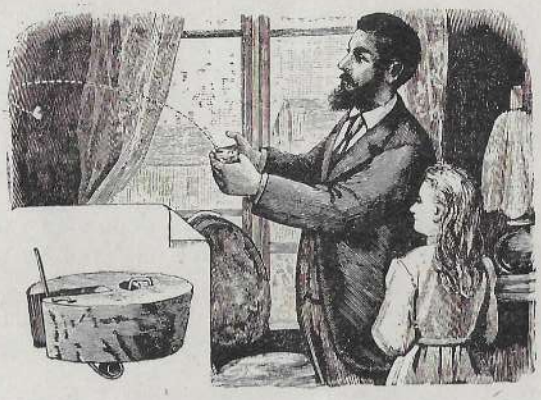


Fig. 18.

Si può anche costruire in altro modo un apparecchio di lancio del boomerang come è indicato nella fig. 19.

In un'assicella grossa circa 1 cm. larga 10 e lunga 20 si pratica un'intaccatura nella quale verrà a prender posto l'estremità *B*

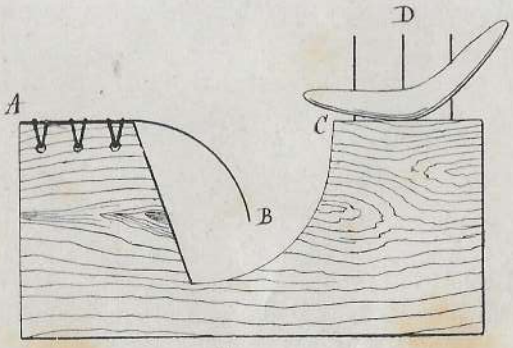


Fig. 19.

d'un pezzo di balena o di molla *AB* fissata opportunamente per l'altro capo *A* mediante spago o filferro passato attraverso a fori praticati nell'assicella.

L'urto di questa molla contro il boomerang avverrà in *C*; il boomerang sarà appoggiato a tre spille o chiodi senza testa piantate in *D* nell'assicella.

Effetti svariati di traiettoria si possono ottenere mutando il peso e le dimensioni e l'angolo d'inclinazione del boomerang e la potenza della molla.

RIPRODUZIONE DI UN SUGGELLO

Si prenda un suggello di ceralacca, lo si ponga su di un'incudine o su di un tassello di ferro ben solido; si prenda quindi una palla di piombo *fuso* (e non *compresso*) sferica, di diametro proporzionato alle dimensioni del suggello. Si metta su questo la

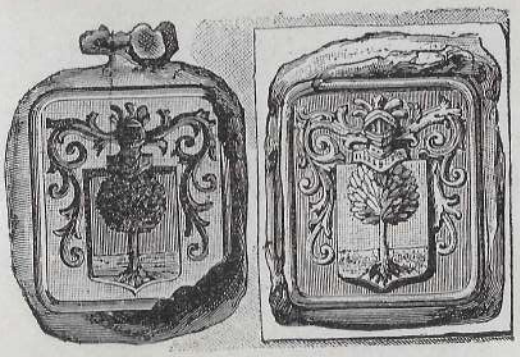


Fig. 20.

pallottola e si dia su di essa un colpo di martello ben assestato, forte, secco, unico. — La palla appiattita avrà riprodotto nei più minimi particolari l'impronta del suggello, senza deteriorarlo. Con una lamina di piombo fuso si possono ottenere analoghi risultati, non però così perfetti (fig. 20).

Abbiamo in quest'esperienza una prova della compressibilità dei metalli; la spiegazione del perchè occorra un sol colpo secco per non deteriorare il modello non sarebbe qui a suo luogo.

LA MATITA IN EQUILIBRIO SULLA SUA PUNTA

Si fa penetrare la lama d'un temperino nel legno d'una matita; si piega poi il manico di esso in modo che faccia un certo angolo con la lama. Tale angolo varia a seconda dei casi, ma non sarà difficile trovare per tentativi quale sia il più conveniente, cioè quello che meglio permetta di tenere il sistema in equilibrio facendo poggiare la matita colla punta sopra un dito od altro sostegno qualsiasi (fig. 21).

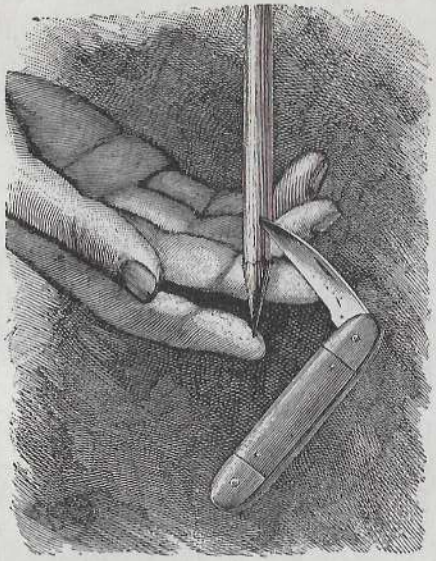


Fig. 21.

Questa esperienza ed alcune altre che seguono, sono basate sul fatto che, quando il centro di gravità di un sistema rigido si trova al disotto del punto di sospensione o di appoggio del sistema stesso, l'equilibrio di questo è stabile, ossia spostando il sistema da questa sua posizione di equilibrio esso tende a ritornarvi, come avviene ad esempio di un pendolo comune. Nel nostro caso la forma, il peso e la disposizione del temperino portano evidentemente il centro di gravità assai più in basso del punto d'appoggio.

L'equilibrio ha luogo quando il centro di gravità ed il punto d'appoggio (o di sospensione) si trovano sulla stessa verticale. Dicesi *verticale* appunto la direzione di un filo a pimbo. Le oscillazioni di questo pendolo avvengono attorno ad essa verticale fino a che non si fermi precisamente in questa direzione. Ora, ogni sistema in equilibrio *stabile* si può considerare come un pendolo nel quale ciò che collega il punto di oscillazione col centro di gravità non è un filo, ma bensì il sistema rigido stesso.

IL FANTOCCIO EQUILIBRISTA

La fig. 22 rappresenta un sistema del genere di quello dell'esperienza precedente; la matita è sostituita da un fantoccio di sughero, ecc., ed il temperino dalle due forchette. Anche in questo

Fig. 22.

caso riescirà facilissimo di far poggiare il tutto su di un sol punto, disponendo il fantoccio nella posizione di un equilibrista sulla corda tesa, in apparente contrasto colle leggi dell'equilibrio.

IL TURACCIOLO UBBRIACO

I turaccioli, usi al contatto col vino *et similia*, non si ubbriacano come un beone qualunque. Occorre per essi un procedimento speciale. Prendete un turacciolo di sughero da bottiglia comune, piantate nei suoi fianchi due brave lame di coltello un po' inclinate rispetto al suo asse e rispetto a questo simmetriche; piantate poi sotto al turacciolo, cioè dal lato dei manici dei coltelli, due comuni spille alquanto robuste (fig. 23).

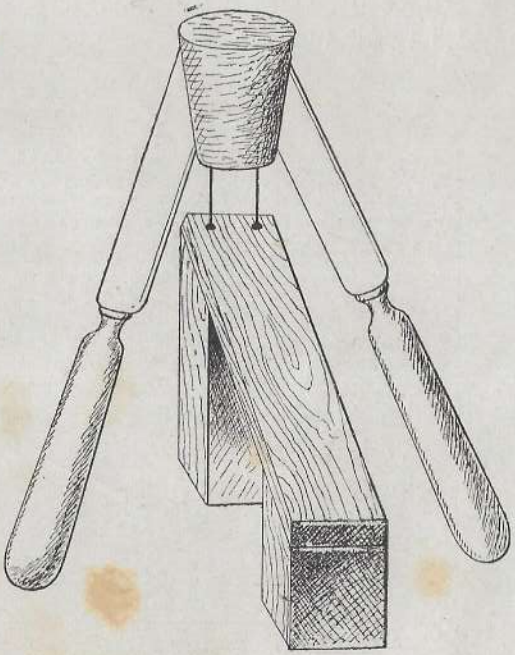


Fig. 23.

Disponete infine un piano leggermente inclinato, non troppo liscio cioè una riga da disegno, un'assicella, ecc. Collocate allora il vostro turacciolo su tale piano, nella sua parte più alta, facendolo poggiare sulle capocchie delle due spille e imprimendo in principio all'assicella un leggero movimento di oscillazione laterale.

Vedrete allora il vostro turacciolo discendere a piccoli passi, a zig-zag, lungo il piano inclinato e, se vi è un dio anche per i turaccioli ubbriachi, potrà accadere di vederlo arrivare sino in fondo senza incidenti disastrosi.

L'EQUILIBRIO DEL MESTOLO

Si appoggiano la punta e l'estremità del manico d'un temperino, piegato ad angolo ottuso, all'orlo d'un tavolo; al vertice dell'angolo, si attacca il manico del mestolo, disponendolo colla concavità verso il tavolo (fig. 24).

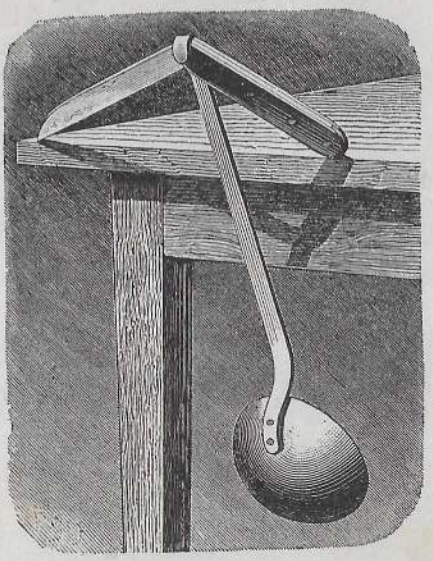


Fig. 24.

Abbandonando allora a sè il sistema, che fino a quel punto era stato sostenuto opportunamente colle mani, lo si vedrà oscillare come un pendolo, sino a fermarsi nella sua posizione di equilibrio.

Caricando di pesi il cavo del mestolo, il temperino anzichè abbassarsi si rialzerà!

L'aggiunta dei pesi produce uno spostamento del centro di gravità verso il tavolo; ne consegue una tendenza del mestolo a scostarsi dal tavolo stesso, ma siccome esso forma sistema rigido col temperino, questo è obbligato a spostarsi verso l'alto.

AH, LA MIA TAZZA DELLA CINA!

Invero questa esclamazione è ben naturale nella buona massaia che crede la sua tazza pericolante sulla punta di un coltello (figura 25), ma potete tranquillizzarla; finchè la forchetta

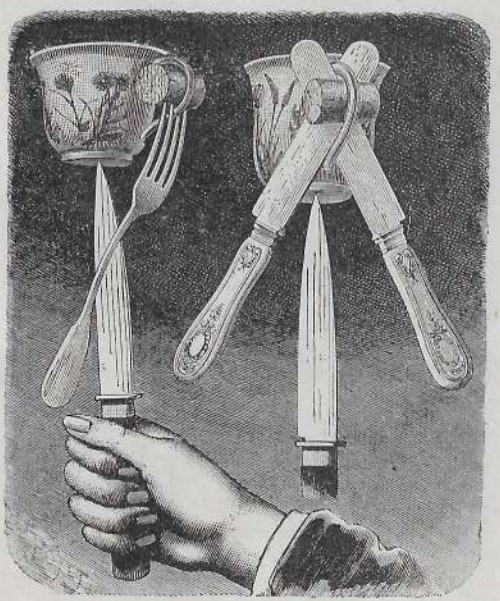


Fig. 25.

resterà bene infissa nel turacciolo, e il manico della tazza fra i denti della forchetta, non vi sarà pericolo che la tazza precipiti.

Il rischio è un po' maggiore nella disposizione della seconda figura, ma basterà procedere con precauzione per riuscire; sarà prudente evitare le oscillazioni della mano, favorevoli allo scivo-

lamento del fondo liscio della tazza sulla punta del coltello, e tenere la mano vicina al manico della forchetta, sempre pronti ad afferrarla in caso di tendenza a precipitare. Se la tazza è piena l'esperimento riesce più difficile perchè il centro di gravità del sistema è più in alto; a scanso di guai si potrà, in questo caso, lasciare in pace le porcellane esotiche e servirsi di quelle nostrane.

L'EQUILIBRIO DELLE MATITE

Questo esperimento si può considerare come la riunione dei due indicati nelle figg. 22 e 23. Infatti i due coltelli, eguali, disposti con una certa precisione, tenderanno a far prendere alla matita una posizione inclinata rispetto alla verticale (fig. 26); ma il peso

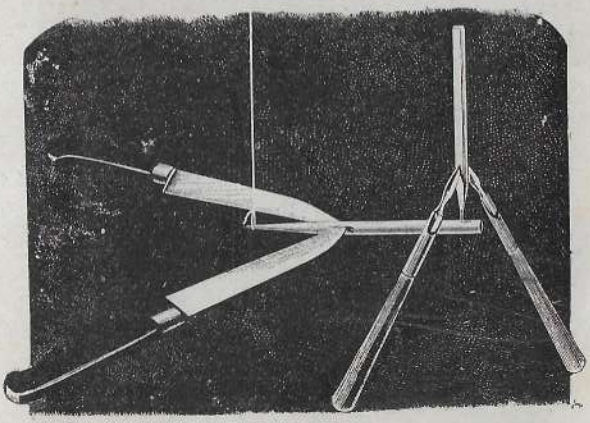


Fig. 26.

dell'altra matita munita dell'appendice di due portapenne piuttosto pesanti potrà, spostandone opportunamente il punto d'appoggio, compensare la predetta tendenza a mantenere la matita orizzontale. — Il sistema potrà anche essere messo in rotazione e conservarsi in tale movimento per molto tempo stante la poca entità delle resistenze passive.

EQUILIBRIO DI UN PIATTO DI UN BASTONE, ECC.

Si formi un sistema rigido mediante un mestolo ed un piatto, interponendo un pezzetto di sughero tra il manico del primo ed il secondo. Bastera allora appoggiare l'orlo del piatto ad esempio

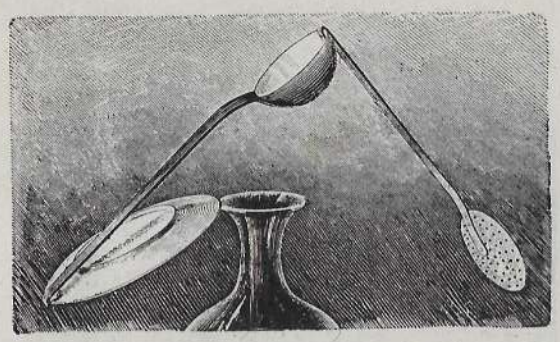


Fig. 27.

sul collo d'una bottiglia ed appoggiare al cavo del mestolo il manico di un altro simile utensile da cucina (fig. 27) per avere un

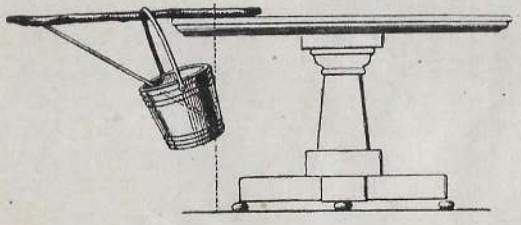


Fig. 28.

sistema in equilibrio stabile. — Un sistema analogo è quello rappresentato dalla fig. 28 sulla quale non credo necessario aggiungere schiarimenti.

UN PIATTO IN EQUILIBRIO SULLA PUNTA DI UN AGO

Si prepara un ago piantato nel turacciolo d'una bottiglia in modo che la sua punta esca fuori al disopra di esso. Si tagliano due turaccioli di sughero *secondo l'asse*, il modo da ottenere quattro semicilindri; in questi si piantano, dalla parte piana o di sezione, quattro forchette in modo che esse formino con detta

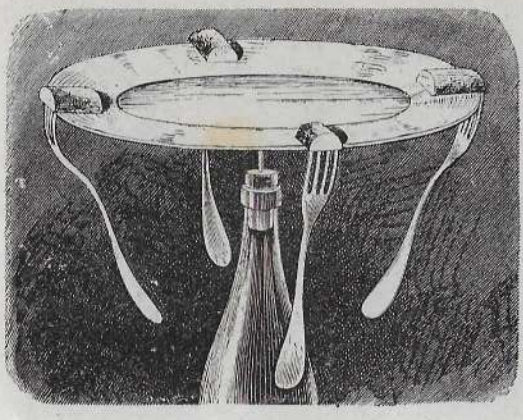


Fig. 29.

sezione angolo alquanto minore del retto. Si posano allora i turaccioli così preparati sull'orlo di un piatto, facendo appoggiare i denti delle forchette contro l'orlo stesso, sì che non abbiano a prendere movimenti d'oscillazione (fig. 29).

Questo sistema potrà stare in equilibrio sulla punta dell'ago, e, con precauzione, si potrà anche imprimere al piatto un movimento di rotazione, il quale avrà una lunga durata stante l'attrito minimo tra la punta dell'ago ed il piatto.

SPILLA FORATA DA UN AGO

Disposto l'ago come nell'esperienza precedente, si prepara un turacciolo di sughero piantandovi una spilla e due temperini, per tentativi, in modo da avere il centro di gravità dell'insieme all'in-

fuori dell'asse del turacciolo (fig. 30). Si colloca allora la spilla sulla punta dell'ago, posizione che, sebbene la cosa sembri difficile, essa conserverà con tutta facilità. Imprimendo un moto di

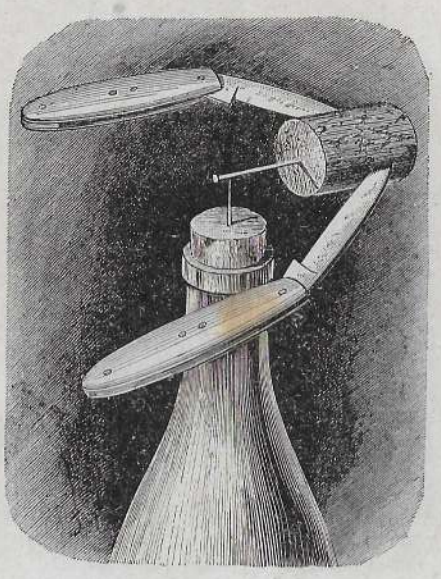


Fig. 30.

rotazione al sistema, per la differente durezza dei due metalli (acciaio ed ottone) si produrrà un incavo nella spilla, che potrà approfondirsi tanto, continuando la rotazione, da perforarla completamente.

UN APPOGGIO DI LIMITATA SUPERFICIE!

Come vedete nell'unita figura 31, il materiale occorrente per questa esperienza consiste in uno spillone, una forcella per capelli, una moneta ed un anello, un materiale che metterete insieme con poca fatica. Piegherete la forcella come indica la figura, collocherete un soldone nella piegatura a destra, e in quella di sinistra un anello pesante, o due se fa bisogno. Questo sistema collocato sulla punta di uno spillone d'acciaio, coll'orlo della moneta presso

la punta stessa, si troverà in equilibrio poichè il suo centro di gravità verrà a trovarsi più basso del punto d'appoggio. Si potrà anzi imprimergli un rapido movimento di rotazione, soffiando sull'anello, senza che l'equilibrio venga ad essere turbato.

Nella fig. 32 abbiamo una disposizione analoga.

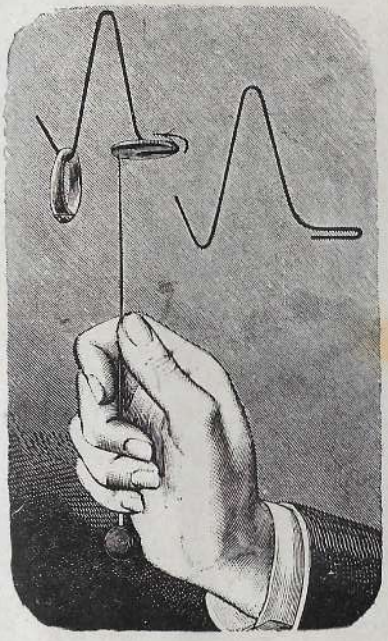


Fig. 31.

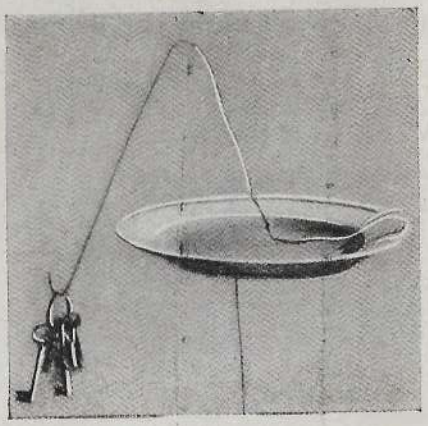


Fig. 32.

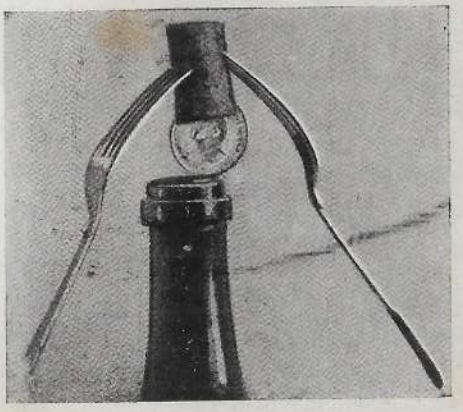


Fig. 33.

VARIAZIONI SUL TEMA

Si possono dare agli esperimenti d'equilibrio di cui nei giochi precedenti, altre disposizioni svariatissime; ne ho riunite alcune nelle figure che seguono, le quali mi dispensano, dopo gli schia-

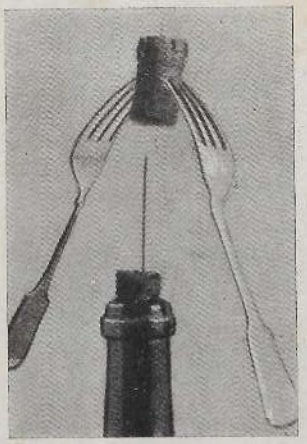


Fig. 34.

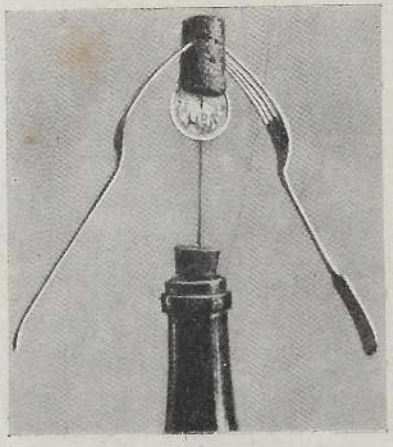


Fig. 35.

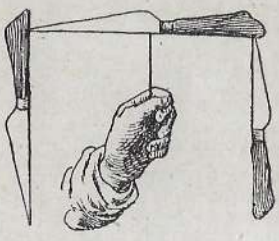


Fig. 36.

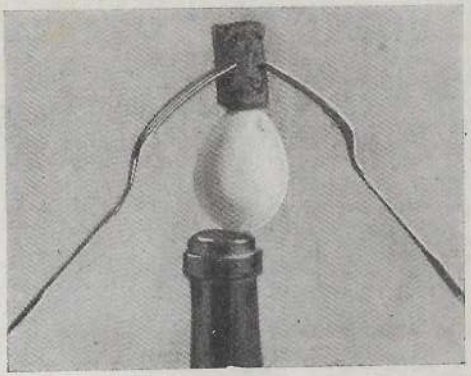


Fig. 37.

Fig. 38.

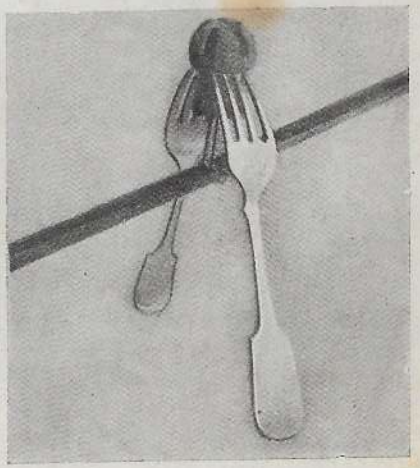


Fig. 39.

rimenti già dati, dal corredarle di istruzioni e commenti particolari (figg. 33 a 40).

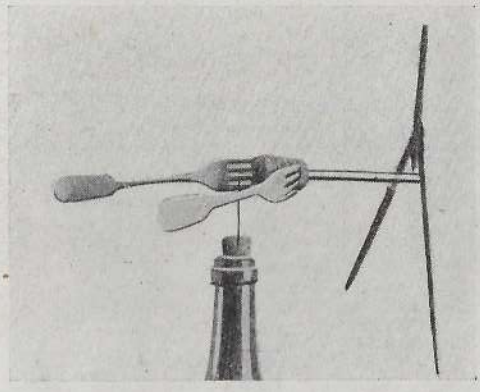


Fig. 40.

IL SEGATORE AUTOMATICO

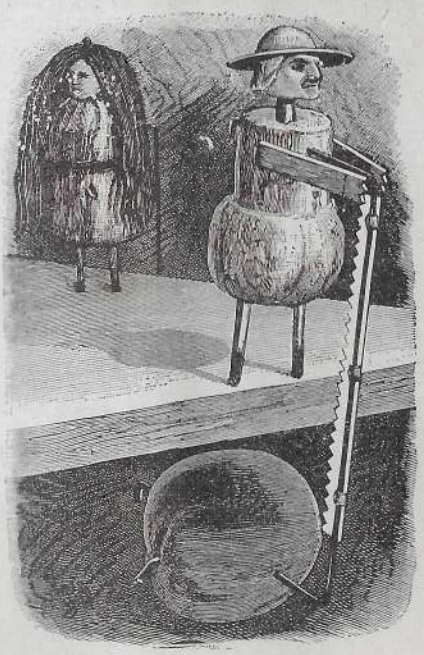


Fig. 41.

Facciamo un pupazzo utilizzando un turacciolo per il tronco, due zolfanelli per le gambe, un po' di cera per la testa e il cappello, e cartoncino per le braccia.

Questo personaggio, che potrà imitare un contadino, potremo farlo stare in piedi sull'orlo della tavola senza bisogno di altro appoggio che le due gambe.... di legno. A tal uopo basterà piegare un filo di ferro nel modo indicato nella fig. 41, conficcandone una estremità nel petto del nostro uomo e l'altra in un corpo pesante, mela, melarancia o simili.

Si capisce subito che tale disposizione corrisponde

a quelle già descritte nelle figure precedenti, e quindi non occorrono altre spiegazioni.

Imprimendo un'oscillazione a questa specie di pendolo si vedrà il bravo villico dondolarsi sulle gambe e potremo dargli il carattere d'un segatore di legnami fissando al filo di ferro una seghetta di carta con la quale egli sembrerà segare un'assicella messa a sua disposizione.

Si potranno foggiare analogamente figurine di vario genere, le quali, fissandovi il filo di ferro nel dorso, faranno graziose riverenze alla compagnia.

Sarà pure facile fare cogli stessi materiali e qualche piuma un uccellino che potrà stare sul dito dondolandosi graziosamente, ed altri simili trastulli la cui creazione lasciamo alla fantasia dell'intelligente Lettore.

DUELLO ALLA FUGGI-FUGGI!

Questa esperienza-balocco è basata sugli stessi principî delle precedenti, e non ha quindi bisogno di essere spiegata. Basta osservare la fig. 42, per capire che l'oscillazione dei due *pendoli*

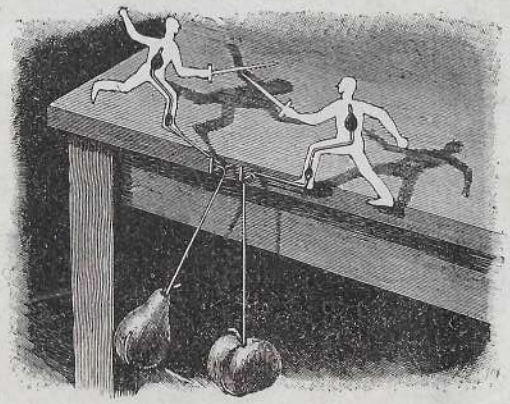


Fig. 42.

non permetterà ai due duellanti di *ferirsi*, poichè dall'urto dei pesi che costituiscono i due pendoli risultano movimenti di tal senso che quando uno dei duellanti si precipita sull'avversario, questi gli sfugge.

IL CILINDRO SEMOVENTE

Si fa un cilindretto di carta tale che vi possa agevolmente scorrere una biglia comune da giuoco; si uniscono a colla i due margini della carta e si fissa a ciascuna estremità una listerella di carta curva nel modo indicato dalla figura 43, dopo avere introdotto la biglia nel cilindro.

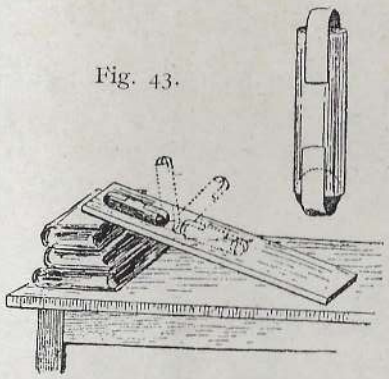


Fig. 43.

Quando la gomma è ben secca si posa quest'apparecchio su di un piano inclinato; lo si vedrà allora scendere lungo di esso non già scivolando, ma con successive rotazioni di mezza circonferenza, movimento che riuscirà ancora più grazioso attaccando una figurina lateralmente al cilindro.

IL SALTATORE AUTOMATICO

La fig. 44 rappresenta un acrobata a braccia e gambe snodate, il cui tronco può essere foggiato con vetro, cera, pece o simile *cavo*, in modo da potervi introdurre una piccola quantità di mercurio, il cui spostamento determinerà una serie di salti che, se la scala sarà bel proporzionata alle dimensioni del fantoccio, riusciranno d'una grandissima precisione e regolarità. I larghi pattini servono a dare una larga base d'appoggio al nostro ginnasta.

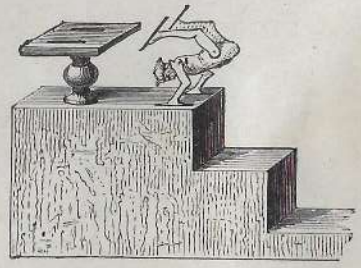


Fig. 44.

GLI EQUILIBRISTI CELEBRI

Con una scatoletta di cartone, rotonda — scatola da pillole ad esempio — un po' di fil di ferro ed una figurina disegnata, colorita se si vuole, e ritagliata in una carta da visita, si può fare un piccolo giocattolo che è rappresentato nella figura 45. Il filo di ferro fissato con ceralacca alle gambe del ginnasta, o conficcato in esse se le avrete fatte con pezzetti di legno, passa in due fori praticati nel centro dei fondi della scatola e porta in mezzo un'appendice pesante (un pezzetto di

Fig. 45.

Fig. 46.

piombo) il quale serve, come avete già capito, a mantenere in basso il *centro di gravità*, conservando quindi alla figurina la posizione verticale, qualunque sia la posizione, che, rotolandola, si faccia assumere alla scatola.

Dello stesso giocattolo, che si presta ad essere trattato in molti modi, abbiamo nella fig. 46 un'altra varietà.

LA SEGGIOLA E IL VOSTRO CENTRO DI GRAVITÀ

Gioco d'equilibrio che esige muscoli robusti e una sedia ancor più.... robusta.

Lo scopo del gioco è di sollevare con la bocca un turacciolo, posto sulla spalliera della seggiola. Bisogna fare grande attenzione,

in questo giuoco, a che tutto il peso del corpo resti poggiato sulla gamba della seggiola, altrimenti se il centro di gravità si sposta di un centimetro, si fa la fine del giovanotto rappresentato dall'ultima nostra fotografia. (Figg. 47, 48, 49, 50).

Fig. 47.

Fig. 48.

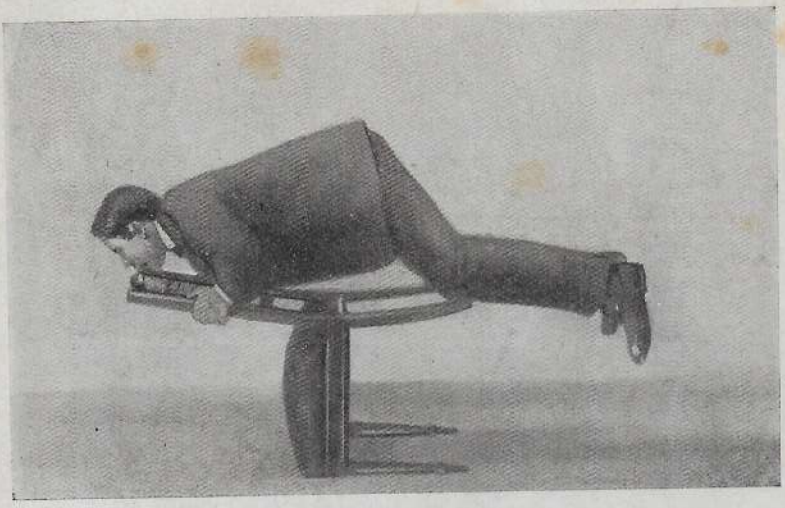


Fig. 49.

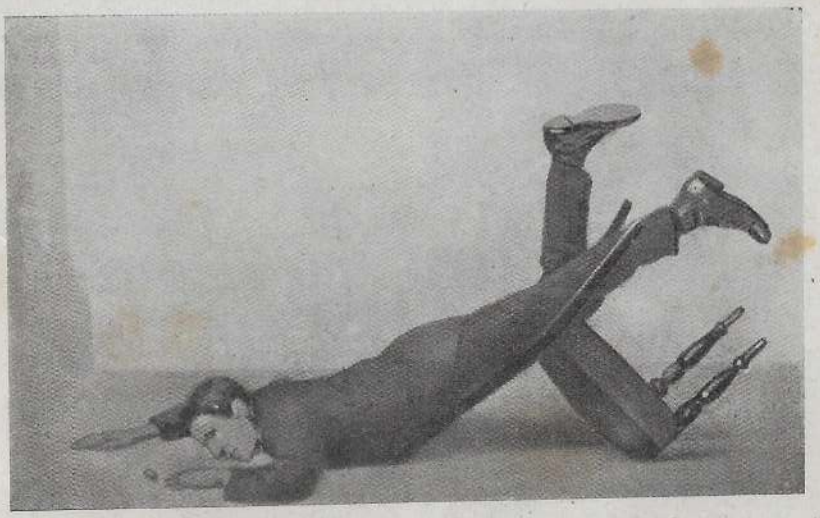


Fig. 50.

ANCORA.... EQUILIBRIO

Si fa passare il bastone di una scopa fra le maniglie di un secchio abbastanza capace, e lo si appoggia su due seggiole per

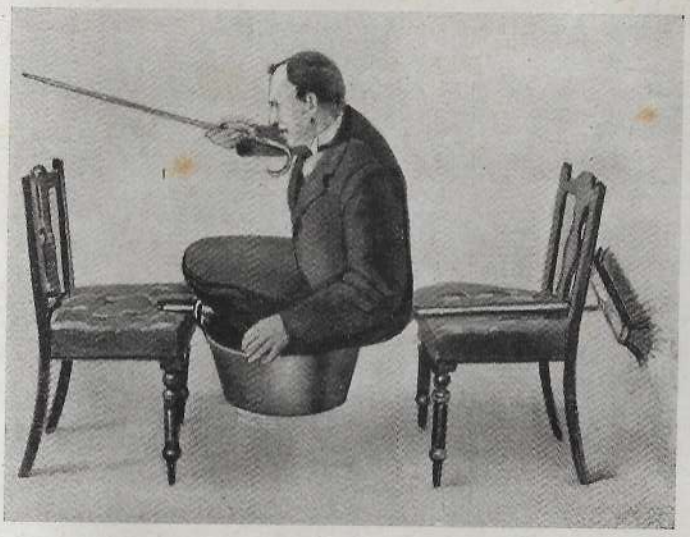


Fig. 51.

Fig. 52.

modo che il recipiente possa oscillare liberamente. Poi si pongono quattro soldoni agli angoli delle seggiole, e con ciò i preparativi sono terminati. Figg. 51 e 52. Ora chi si considera buon equilibrista può sedere nel recipiente, come è indicato nella figura, e coll'aiuto di un bastone cercare di far cadere le quattro monete dagli angoli delle seggiole e poi riprendere terra. Si vedrà il recipiente oscillare come un cavallo a dondolo, ed in nove casi su dieci chi farà il tentativo di abbattere le monete cadrà a terra, fra l'ilarità generale degli spettatori. Per riuscire occorrerebbe, con adatto artifizio, portare il centro di gravità della massa oscillante assai più in basso.

UN MOVIMENTO PARADOSSALE

Uno strano e semplicissimo esperimento di fisica che viene eseguito frequentemente nelle scuole, consiste nel veder risalire un doppio cono su due guide inclinate in modo che il movimento

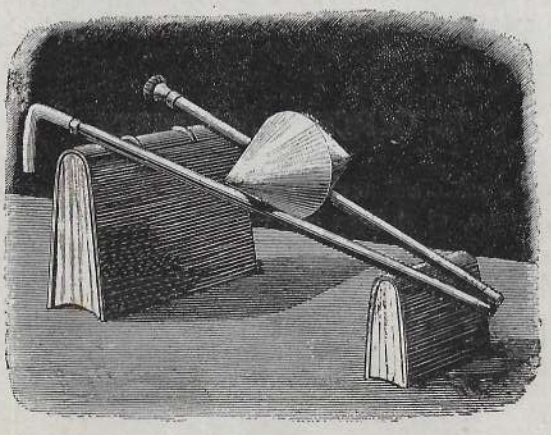


Fig. 53.

sembra contrastare col fenomeno tanto comune della caduta dei corpi; infatti il doppio cono sale (ai nostri occhi) lungo le guide, senza aver ricevuto alcuna spinta (fig. 53).

Quanto al doppio cono sarà facile farlo di carta da disegno; si fanno i due coni tagliando nella carta due settori circolari di

angolo uguale; si fissano con gomma lungo le generatrici tagliate e quindi per le basi. Le guide poi possono essere due bastoni lisci sostenuti da due libri.

La fig. 54, di profilo, spiega in qual modo avvenga il movimento. Effettivamente il centro di gravità G_1 del doppio cono si

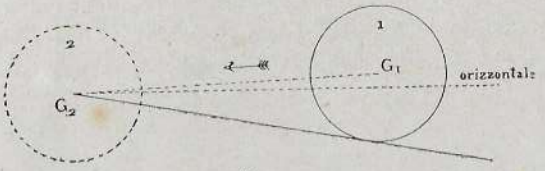


Fig. 54.

sarà abbassato passando dalla posizione 1 alla posizione 2, sicchè si tratta di una vera *caduta* lungo le guide inclinate; nessun punto del doppio cono si trova *più alto* in fine di corsa che a principio, ma invece sono tutti *più bassi*. Naturalmente occorre che tra l'inclinazione della generatrice dei coni, quella delle guide e l'angolo da esse formato esista una certa relazione affinchè il moto possa prodursi.

IL CERCHIO ALPINISTA

Si fa un cerchio od anello di cartoncino; internamente, in un punto qualunque, vi si fissa con un po' di cera un piccolo corpo

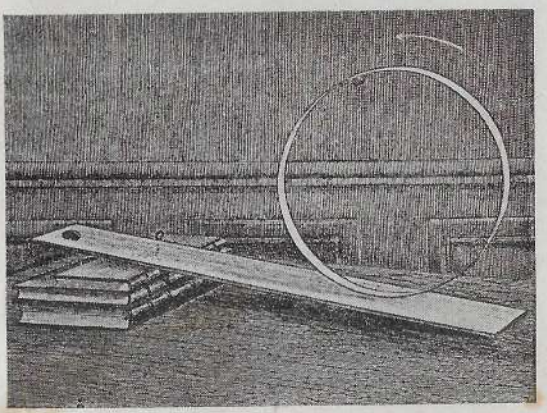


Fig. 55.

pesante, ad es. un bottone di metallo. Posando allora il cerchio su di un piano inclinato (che si può ottenere facilmente, come nel modo indicato nella fig. 55) esso prenderà un movimento di ascesa lungo questo piano, che riuscirà sorprendente per chi non è famigliare colle leggi della meccanica. Il movimento è di ascesa in *apparenza*, ma in realtà è di *discesa*. Infatti se posiamo il cer-

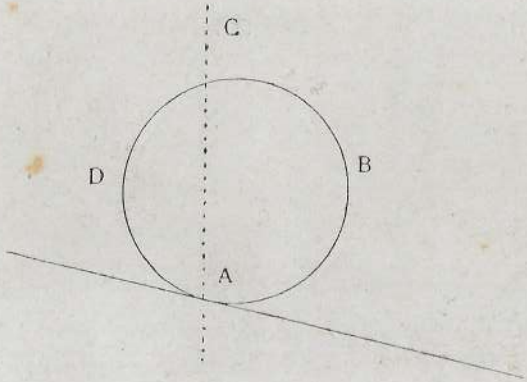


Fig. 56.

chio sul piano inclinato in modo che il corpo pesante si trovi sul punto di appoggio *A* (fig. 56), il cerchio non si muoverà; *discenderà* se faremo restare il corpo pesante in un punto dell'arco *A B C*; *salirà* soltanto quando detto corpo pesante si trovi in un punto dell'arco di cerchio *A D C* determinato dalla verticale che passa pel punto d'appoggio.

Questa esperienza riescirà ancor più sorprendente pei profani quando la si eseguirà con una *scatola*, nascondendo in tal modo il peso aggiunto.

L'ALPINISMO DELLE GOCCE D'ACQUA

A tutti è noto esservi liquidi che *bagnano* e liquidi che non bagnano; così un dito immerso nell'acqua ne resta bagnato, mentre rimane asciutto nel mercurio.

Ma uno stesso liquido può bagnare o no una data superficie a seconda dello stato o della natura di essa.

Così su di una superficie oleosa, polverosa, ecc., l'acqua scorre a gocciole senza bagnarla.

Profittiamo di questo per fare una piccola esperienza. Cominciamo col preparare una lunga striscia di carta di una certa consistenza; rivestiamola da un lato con grafite o con nero fumo (tenendola sopra una candela).

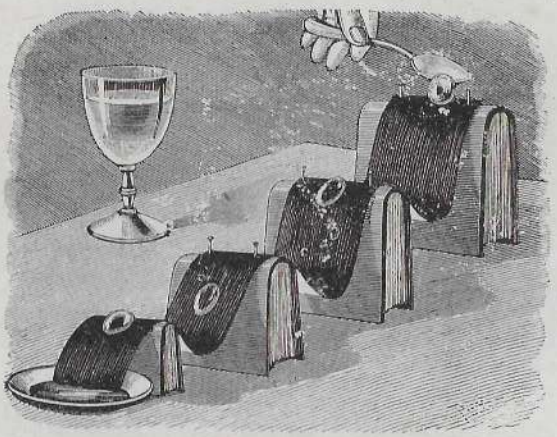


Fig. 57.

Disponiamola poi sopra vari libri di altezza decrescente, (figura 57) in modo fa dormare una specie di monti e di valli, fissando opportunamente la carta sul dorso dei libri con degli spilli.

In coda metteremo un piatto.

Versando allora dell'acqua nel punto più elevato, a goccia a goccia, vedremo queste gocce scendere negli avvallamenti e risalire le creste con una velocità da alpinisti veramente fantastici fino a confondersi nel mare del piatto.

L'UOVO INDOMABILE

Si tratta di portare il centro di gravità di un uovo verso uno dei suoi poli.

Vi si riesce scuotendo fortemente l'ovo, in modo da mescolare albume e tuorlo insieme; posando poi l'uovo sul tavolo esso tenderà sempre a drizzarsi sul polo più ottuso.

Si riuscirà meglio vuotando un uovo e introducendovi della ceralacca in polvere.

Facendolo poi scaldare leggermente al polo ottuso, la ceralacca si fonderà rimanendovi attaccata dimodochè il centro di gravità del complesso sarà verso tale estremità come nel caso precedente.

Il foro si chiude con cera bianca.

L'UOVO DOCILE

Abbiamo già avuto a che fare con un uovo indomabile. Facciamo ora la conoscenza d'un uovo docilissimo, tanto da prestarsi a rimanere sopra un tavolo nella posizione che vorremo, cosa alla quale generalmente l'uovo si ribella.

Ecco l'artifizio semplicissimo. Sbarazzato l'uovo dal suo contenuto vi si introduca della sabbia, otturando poi il foro con cera bianca. Una piccola scossa basterà allora per portare la sabbia nel punto sul quale si vuole far appoggiare l'uovo.

LE BILANCE IMPROVVISATE

I. — BILANCIA DI PRECISIONE

Nella fig. 58 è rappresentata una bilancia sensibilissima, con la quale si può pesare il centigramma. Il giogo è costituito da una riga ai cui estremi sono fissati due pezzi di latta *A* e *C*; ad *A* è unito un ago che sarà l'indice; in *C* è praticato un incavo con un chiodo; il piatto, che può essere il coperchio d'una scatola di latta, appoggia in detto cavo per mezzo di una spilla piegata ad uncino alla quale è attaccato con fili.

Il giogo poggia su di una lastra di vetro incollata ad un sostegno di pezzi di legno; i punti d'appoggio del giogo sono costituiti da due spille piantate sulla stessa trasversale. Quattro chiodi impediscono le oscillazioni laterali di esso giogo. Il tronco di piramide di legno *D* serve a segnarvi delle linee graduate, di riferimento. Come peso servono le monete di rame (1); per i sot-

(1) Il peso delle nostre monete di rame, coll'effigie di Vittorio Emanuele II o di Umberto I, corrisponde a tanti grammi quanti sono i centesimi di valore nominale.

tomultipli del gramma si comincia col pesare un foglio di carta di forma quadrata che faccia equilibrio al *centesimo*, e lo si suddivide in 10 strisce eguali (1 decigr.) ed una di queste in 10 quadretti eguali (centigramma).

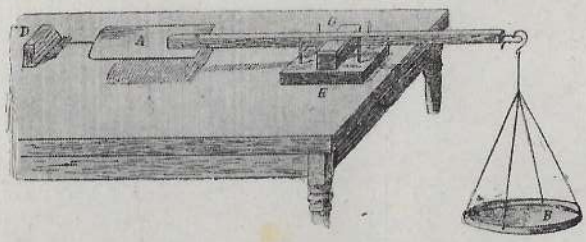


Fig. 58.

Le pesate si fanno in questo modo. Si comincia col mettere sul piatto *A* un peso qualunque press'a poco eguale o superiore a quello dell'oggetto da pesare. Si mette quindi tale oggetto nel piatto *B*, e si cerca di ottenere l'equilibrio spostando il peso nel piatto *A*; quando il sistema è in equilibrio si osserva a quale suddivisione in *D* corrisponda l'indice. Togliendo allora l'oggetto dal piatto *B* e sostituendovi pesi graduati fino ad avere la medesima indicazione dell'indice si constaterà il peso dell'oggetto.

Volendo invece pesare p. es. 12 gr. d'una data sostanza si metteranno i 12 gr. nel piatto *B* cercando di farvi equilibrio con un peso qualunque nel piatto *A*; ottenuta l'indicazione stabile dell'indice, si sostituisce nel piatto la sostanza da pesare alle pese, fino ad avere la stessa indicazione dell'indice.

II. - LA BILANCIA DELLA CUOCA

Si piantano due chiodi sull'orlo d'un asse orizzontale, alla distanza di circa 1 m. l'uno dall'altro, e vi si attaccano i due capi d'una funicella di circa m. 1.50, nel mezzo della quale si sarà fatto un nodo ben visibile. In punti equidistanti da tale nodo si attaccano i fili che sostengono i due piatti della bilancia, piatti costituiti da due pezzi di cartone. Il sistema prenderà allora una certa posizione di equilibrio; si fissa una carta sopra un sostegno dietro al nodo e si segna sulla carta la posizione del nodo stesso (figura 59).

Messo allora il corpo da pesare in uno dei piatti, il nodo si troverà spostato; si metteranno nell'altro piatto delle pese fino ad avere ricondotto il nodo alla primitiva posizione segnata sulla carta e si avrà allora il peso dell'oggetto.

Questa bilancia è sufficientemente esatta per gli usi di cucina.

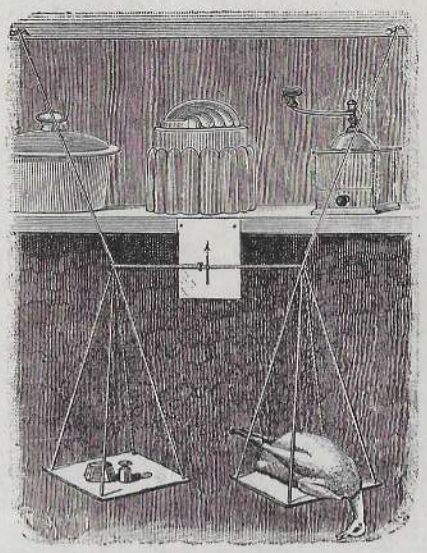


Fig. 59.

III. - LA STADERA

Formerete il braccio della bilancia romana con una forchetta ed un *cucchiarone da minestra*, disposti come nella fig. 60. La forchetta appoggerà con due denti su due aghi conficcati nel turacciolo d'una bottiglia. Come peso scorrevole potrete servirvi di una *schiumarola*. Quanto alla graduazione potrete farla spostando la schiumarola fino ad avere una posizione d'equilibrio alla quale corrisponda la posizione orizzon-

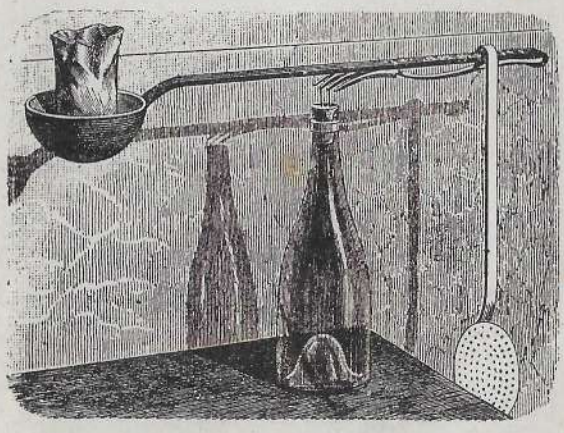


Fig. 60.

tale del braccio della stadera, posizione che potrà essere riferita ad esempio ad una linea tracciata sul muro vicino. Segnato così lo *Zero*, metterete nel cucchiarone un peso di 1 kg. Dividerete l'intervallo in 20 parti eguali che corrisponderanno agli ettogrammi e porterete tali divisioni al di là del segno corrispondente ad 1 chilogramma.

Questa stadera non ha certamente pretese di precisione, ma in mancanza di meglio può rendere in cucina qualche servizio.

LA BILANCIA DI LEONARDO DA VINCI

Il grande Leonardo ci ha lasciato, tra gli innumerevoli suoi schizzi di meccanica anche quello di una bilancia senza pesi, originale, come tutte le concezioni — grandiose o minuscole — del suo genio universale.

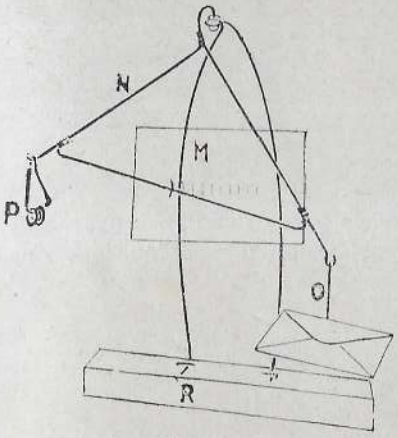


Fig. 61.

Dall'idea vinciana, appena abbozzata, è stata tratta, curandone i particolari, la bilancia rappresentata nelle figure 61 e 62, di facilissima costruzione.

Essa è composta di cinque pezzi, che possono essere istantaneamente separati e disposti in modo da occupare uno spazio piccolissimo. Lo zoccolo è un'assicella *R* nella quale sono piantati due chiodi (fig. 61) le cui parti libere, assai vicine alla superficie del legno e disposte in senso contrario, ricevono le piccole estremità ricurve a gomito d'una specie di V (segnato *M* nella figura 62) di grosso filo metallico; la punta del V forma occhiello ricurvo in avanti.

In questo occhiello è serrato un pezzetto di legno con la faccia piana e orizzontale volta in alto. Su questa superficie si posa uno dei vertici ad uncino del giogo della bilancia, il quale è semplicemente costituito da tre pezzi di filo di ferro piegati e

saldati insieme (fig. 62 *N*). Possono servire aghi da calza, ma — se di acciaio temperato — occorre arroventarne le estremità per poterle poi piegare senza rottura. Gli uncini liberi del triangolo ricevono, da un lato il cartoncino piattello da pesare (figura 62 *O*) e dall'altro un contrappeso che — per comodità — può essere un semplice filo di ferro piegato (fig. 62 *P*) e caricato del numero necessario di anellini o di perline di Venezia.

Si tratta ora di graduare la bilancia. Per far ciò si fissa l'asticella *R*; ai due fili della V si fissa un cartoncino e, sul lato me-

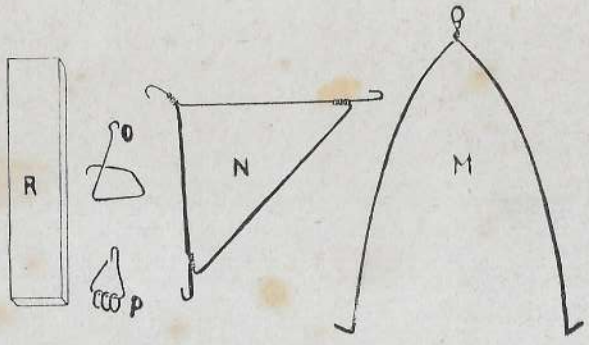


Fig. 62.

dio del triangolo, un indice di filo bianco. A bilancia vuota — cioè carica del suo contrappeso, detto indice si fermerà contro il cartoncino in una posizione che indicheremo con zero (a sinistra).

Caricando successivamente il piattello con 1 gramma, 2, ecc. potremo segnare sul cartoncino i punti corrispondenti alle nuove posizioni dell'indice con 1, 2, ecc. Come pese per fare questa graduazione potranno servire le monete da un centesimo, che pesano esattamente un gramma. Fatta la scala non occorreranno più pese.

Messa — per esempio — una lettera nel piattello, basterà leggere sulla scala il numero dei grammi segnato dall'indice. Ingegnosa, semplice, economica, abbastanza esatta, questa bilancia sarà per voi un passatempo non privo di utilità.

SOLLEVARE UN UOMO SULLA PUNTA DELLE DITA

Fig. 63.

Il candidato al *sollevamento* monterà sopra uno zoccolo di legno od un grosso volume in modo che i suoi piedi sporgano alquanto, così da potervi mettere sotto le dita; indi piegherà le braccia tenendole strette al corpo.

Allora quattro persone gli porranno le mani sotto i gomiti e sotto i piedi nel modo indicato nella fig. 63, e *tutte ad un tempo* faranno uno sforzo nel senso tendente a sollevarlo. E ciò riuscirà facile per la ragione che ciascuno dovrà esercitare uno sforzo corrispondente ad *una parte* soltanto del peso totale dell'individuo da sollevare.

UN MOTORE A FIAMME

In questo motorino — invero un po' strano — la forza motrice è quella di gravità, dalla quale si trae profitto col calore sviluppato dalla combustione della stearina. Ecco in qual modo si prepara il motore. Si taglia una candela stearica in modo che venga ad avere libero il lucignolo da ambe le estremità; vi si passa attraverso, *nel mezzo preciso* della lunghezza, e un po' da un lato del lucignolo, un ago arroventato, in modo che venga a sporgere di qua e di là della candela. Si mette poi in bilico la candela su due bicchieri come vedesi nella fig. 64; l'attrito all'asse di oscillazione sarà in tal guisa minimo. Si regola la stearina (con un temperino) fino ad avere perfetto equilibrio. Accendendo i due lucignoli si produrrà uno squilibrio ad ogni goccia di stearina che cadrà da un lato o dall'altro; da ciò un movimento di altalena

del quale si potrà profittare, fissando ai due estremi della candela due figurine in cartoncino che si dondoleranno graziosamente.

Fig. 64.

LA SFERA SOSPESA NELL'ARIA

Si prende un tubetto di metallo o di vetro chiuso ad una delle estremità. A un centimetro circa dall'estremità chiusa si pratica un foro circolare di 1 mm. circa di diametro. Tenendo in bocca il tubetto dal lato aperto e soffiandovi con forza in modo da produrvi un getto d'aria *regolare* uscente dal forellino, si potrà far stare in equilibrio una pallottola (sferica più che sia possibile) di mollica di pane, di sughero, legno od altra sostanza leggera (fig. 65).

Fig. 65.

La pallottola è sotto l'azione di due forze contrarie cioè la gravità e la spinta del getto d'aria. Essa tenderebbe a cadere per l'effetto della prima di queste forze, ma vi si oppone la seconda.

e quando le due forze saranno uguali perfettamente, cioè quando la corrente d'aria imprimerà alla pallottola una spinta precisamente eguale al suo peso, essa rimarrà in equilibrio senza bisogno di appoggio. A dir vero la spiegazione del fatto non è così semplice intervenendo a spiegarlo completamente la *forma* del getto e della pallottola, ma qui basterà il cenno che ne abbiamo dato.

LA MONETA ROTANTE

Si ponga una moneta piuttosto grossa sopra un sostegno e la si prenda fra due aghi sollevandola poi come è indicato nella figura 66; s'intende che i due aghi debbono essere opposti secondo

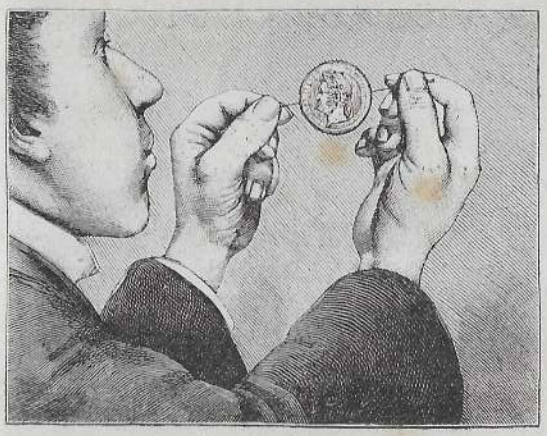


Fig. 66.

un diametro. Soffiando allora sulla moneta si potrà farle assumere un rapidissimo moto di rotazione. Fissando sulle due facce della moneta dei dischi di carta con figure del genere di quelle indicate più oltre (v. *Illusioni d'ottica-Taumatropo*), si potrà, con una rotazione moderata, ottenere effetti analoghi.

La rotazione avviene con estrema facilità poichè per ottenerla non devesi compiere altro lavoro che quello dovuto alla resistenza d'attrito attorno ai sostegni che qui è ridotta al minimo essendo questi sostegni le punte degli aghi le quali presentano

un contatto estremamente piccolo, e quella della resistenza dell'aria.

Il centro di gravità della moneta coincidendo poi quasi perfettamente coll'asse di rotazione che possiamo colla mente immaginare come congiungente i due punti di sostegno, nessuno sforzo occorrerà vincere per quanto riguarda la moneta che è sostenuta dalle mani; solo sarà bene non esercitare sulle spille che la pressione necessaria e sufficiente, affine di non accrescere la resistenza d'attrito.

IL PARANCO IMPROVVISATO

Due persone tengono una granata orizzontalmente; altre due ne tengono un'altra parallela alla prima e distante da essa circa un metro.

Si fissa una corda al manico d'una delle granate e la si fa passare successivamente attorno all'uno ed all'altro manico cinque o sei volte, senza mai incrociarla. La corda e le due granate costituiscono in tal caso un *paranco*, congegno semplice che serve a vincere con piccolo sforzo grandi resistenze. Ed appunto qui un ragazzo potrà produrre l'avvicinamento delle due granate traendo a sè il capo libero della fune, ad onta degli sforzi delle persone che tengono i manichi nelle mani.

Due cose sono da notarsi in questa esperienza. 1° La resistenza che il ragazzo deve vincere è rappresentata dallo sforzo di *due* delle persone che tengono le granate, e non di tutte e *quattro*; a ciò devono aggiungersi la resistenza d'attrito della fune sui manichi e la rigidezza della fune. 2° Nel paranco come in tutte le macchine *ciò che si guadagna in forza si perde in velocità*; per avvicinare di un decimetro le due granate, il ragazzo dovrà percorrere circa 50 cm. posto che la corda faccia 5 giri completi.

ESPERIENZE SUL PRINCIPIO D'INERZIA

Si ponga sull'indice della mano sinistra, tenuto verticalmente (fig. 67), una carta da visita; su questa una moneta da 2 lire, od altra simile. Si tratta di togliere la carta senza levare la moneta. Basta per ciò dare un potente buffetto alla carta, avendo

cura che lo sforzo non agisca in modo da sollevarla od abbassarla, ma solamente nel senso orizzontale.

Si può far questo esperimento in altri modi; si può collocare il cartoncino sul collo di una bottiglia; in tal caso l'urto spingerà via il cartoncino e la moneta cadrà nella bottiglia.

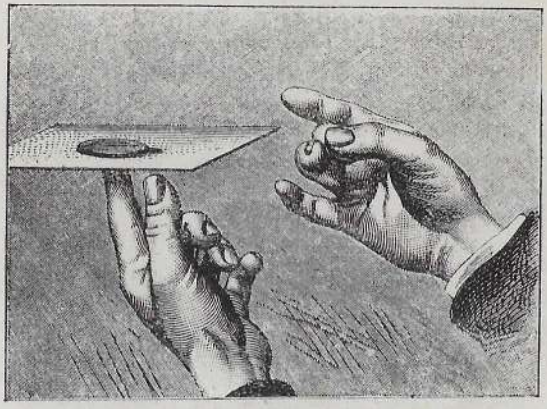


Fig. 67.

Parimente disponendo su di un tavolo liscio e ben orizzontale una pila di dischi per gioco di *Dama* si potrà toglierne uno dal basso della pila senza toccarlo e senza scomporre o far cadere la pila stessa; basterà per ciò gettare con forza sulla tavola uno degli stessi dischi in modo che colpisca quello sul quale posa la pila, l'urtato e l'urtante prenderanno direzioni diverse, mentre la colonna rimarrà al posto di prima, su di una nuova base. Se l'urto avviene in una maniera particolare si può avere semplicemente *sostituzione* del disco urtante a quello di base.

Quest'esperienza talvolta non riesce perchè il disco urtante è leggermente più alto dell'urtato; si può ovviare a tale inconveniente valendosi d'una moneta come disco urtante.

La fig. 68 rappresenta un altro esperimento di questo genere che si può fare coi pezzi del gioco di *Domino*. Disposti 7 pezzi come in figura si tratta di levare da posto il primo orizzontale senza far precipitare quella specie di castello in aria. Per riuscire nell'intento si dispone un altro pezzo nel modo indicato nella

figura, tale cioè che facendo forza col dito su di esso all'angolo superiore si possa imprimergli un movimento di rotazione così repentino e violento da urtare il pezzo orizzontale e scacciarlo nel modo stesso del pezzo della *Dama* di cui sopra.

Tutto sta adunque nel collocare il pezzo in modo che venga ad urtare *solamente* il primo pezzo orizzontale, e nel dargli impulso sufficiente.

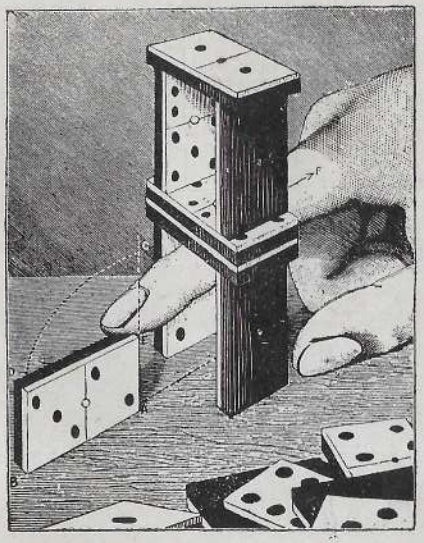


Fig. 68.

L'*inerzia* della materia consiste nella proprietà di questa di non mettersi in moto di per sè stessa, ma solamente per effetto di una data causa che dicesi *forza*. Nel caso della fig. 62 la carta si trova sotto l'azione della *forza* impellente del medio della nostra destra e quindi si muove nel senso dell'impulso ricevuto, mentre la moneta non ricevendo alcun impulso non può avere tendenza alcuna a muoversi; i soli movimenti che potrà prendere saranno uno *lievissimo* di trascinamento dovuto ad un po' di aderenza alla carta e l'altro dovuto alla gravità per *cadere* dalla sua primitiva posizione sul dito, percorrendo cioè uno spazio eguale allo spessore della carta; questi due movimenti son tanto

piccoli che non possono influire sull'equilibrio primitivo della moneta.

Lo stesso esperimento si può fare anche ponendo la moneta su di un turacciolo od altro qualsiasi sostegno di poca superficie.

COME SI STURA UNA BOTTIGLIA SENZA TOCCARNE IL TURACCIOLO

Anche quest'esperienza è basata sul principio dell'*inerzia* dei corpi. Si piega un tovagliolo in modo da farne una specie di cuscinetto; tenendolo aderente al fondo della bottiglia si batte questa ripetutamente sul muro nel modo indicato nella figura 69. Nel-

Fig. 69.

l'urto il liquido reagirà con forza sul turacciolo scacciandolo a poco a poco, o con violenza se si tratta d'un vino spumante, gassoso (birra, ecc.); in quest'ultimo caso alla spinta del liquido contro il turacciolo si aggiunge la pressione del gas carbonico che l'agitazione avrà fatto svolgere dal liquido stesso.

UN COLPO BEN ASSESTATO

Si prende un bastone lungo circa metri 1.50 (un bastone da scopa serve benissimo); si pianta un ago a ciascuna estremità. Si appoggia quindi il bastone su due bicchieri posati su due sedie, facendo poggiare sull'orlo dei bicchieri soltanto gli aghi (fig. 70).

Così disposte le cose si potrà rompere il bastone senza rompere nè i bicchieri nè gli aghi, assestando un colpo vigoroso e secco

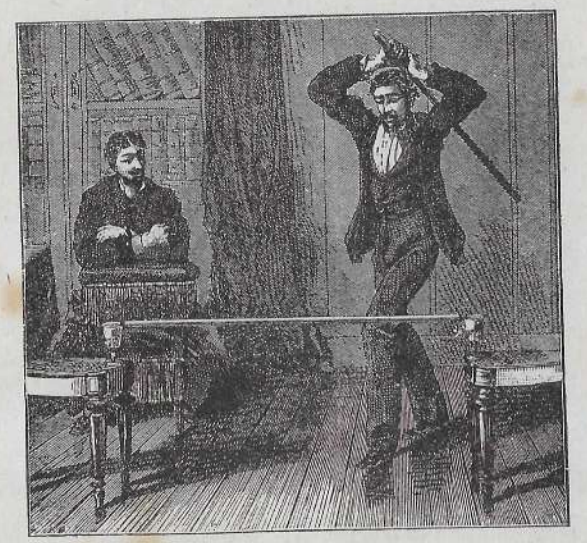


Fig. 70.

proprio nel mezzo del bastone. Per la forza d'inerzia le molecole urtate non hanno il tempo di trasmettere il movimento fino agli estremi del bastone; tutta la forza dell'urto rimane concentrata nel punto in cui esso ha luogo, epperò il bastone si spezza in quel punto.

Si può fare, in piccolo, questo esperimento nel modo indicato nella fig. 71, disponendo cioè su due pipe di gesso, tenute da due persone, un bastone lungo circa un metro, e munito di due spille, una a ciascuna estremità, le quali, sole, debbono poggiare sulle pipe. Un colpo ben secco assestato con altro bastone sul mezzo del primo lo spezzerà senza alcun danno delle pipe.

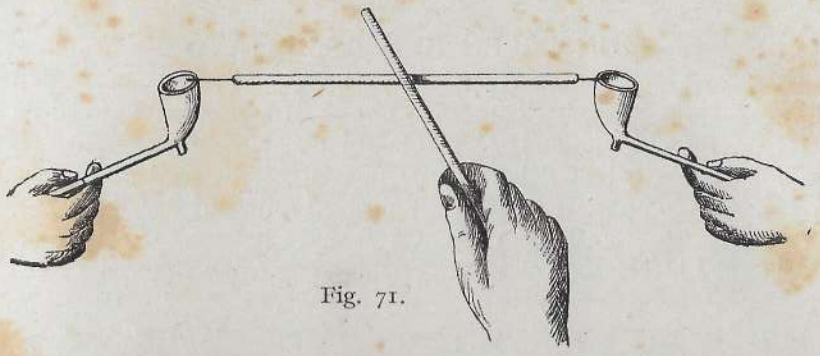


Fig. 71.

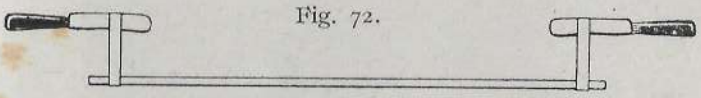


Fig. 72.

Si può anche sospendere il bastone su due coltelli, mediante due anelli di tela o di carta; due persone terranno in mano i coltelli e voi darete il colpo (fig. 72).

SOLDO FORATO CON UN AGO

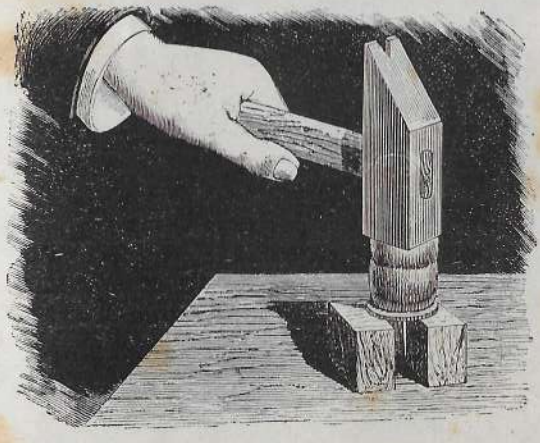


Fig. 73.

Si introduce un ago in un turacciolo in modo che la punta sfiori una delle basi; si taglia con pinze la parte eccedente dell'ago, dall'altro lato. Si colloca allora il soldo su due sostegni d'eguale altezza (un dado da chiavarda di ferro è adattissimo a questo scopo); sul soldo si mette il turacciolo e si dà su questo un colpo assai forte e ben diretto; il soldo verrà bucato dall'ago perchè è di metallo più tenero dell'acciaio e perchè l'ago trovandosi guidato dal turacciolo non può flettersi lateralmente.

LEONARDO DA VINCI INSEGNA

« Se tu dai un gran numero di colpi su d'un chiodo per conficcarlo in un'asse, ciò sarà lungo e difficile. Se tu attacchi con cera il chiodo al martello, in un sol colpo come gli altri lo avrai conficcato ».

COME SI PUÒ SEGARE IL LEGNO CON LA CARTA

Tagliate un disco di 30 cm. di diametro in un foglio di carta protocollo e incollatelo sopra un rocchetto di legno, in modo da poterlo collocare sull'asse d'un piccolo motore elettrico, da ventilatore, per esempio. Quando passa la corrente il disco fa circa 2000 giri al minuto e — per effetto della forza centrifuga — conserva la forma piana. Se si avvicina ad esso una matita di legno la si vedrà intaccata, ma con taglio poco netto perchè il foglio avrà una leggera oscillazione cioè non si conserverà in un piano rigidamente perpendicolare all'asse di rotazione. Occorre incollare il disco di carta su di un disco di cartone di minor diametro, che basta per assicurare la rigidità necessaria alla carta. In tali condizioni il taglio è perfetto. Quanto all'orlo del disco di carta esso non presenterà traccia di rotture nè di consumo.

A spiegazione di questo fatto diremo che nell'urto devesi tener conto della *forza viva* della massa urtante che è data dalla metà del prodotto della massa stessa pel quadrato della sua velocità $\left(\frac{m\ v^2}{2}\right)$; forza viva alla quale è dovuta l'azione meccanica sul corpo allo stato di quiete; quando v (velocità) è molto grande, ancorchè m (massa) sia assai piccola si ha un effetto meccanico potente. Così una palla da fucile, benchè di piombo, sostanza tutt'altro che dura, può rompere o forare corpi ben altrimenti duri; così la polvere di diamante agendo con grande velocità (fissata su dischi di cuoio) può intaccare il diamante e renderlo levigato, benchè dotato di uguale durezza; e così via.

L'UOVO BALLERINO

Si depone un uovo *sodo* sopra un piatto ben liscio, e si comunica poi al piatto un movimento circolare orizzontale gradatamente più rapido. L'uovo seguirà dapprima lentamente il movi-

mento del piatto, poi si drizzerà continuando a girare sopra seè stesso come una trottola.

Per poca che sia l'aderenza dell'uovo al piatto questo gli comunica il proprio movimento in grazia delle oscillazioni che l'uovo subisce e che fanno variare la posizione del suo centro di gravità rispetto al punto d'appoggio. L'esperienza riuscirà meglio quando si abbia l'avvertenza di far cuocere l'uovo mantenendolo in posizione verticale. Se il movimento dell'uovo si ottiene prima facendolo girare tra il pollice della mano sinistra e l'indice della destra, sul piatto fermo, e poi si solleva rapidamente questo, non si ha più che a *conservare* il movimento che l'uovo aveva già acquistato, il che riesce più facile che non l'*iniziarlo* direttamente per mezzo del piatto.

LA SCIABOLA CHE NON TAGLIA L'ACQUA

Chi non sa che un getto d'acqua uscendo a pressione da un orifizio qualsiasi (rubinetto, foro, ecc.) acquista una rigidità prossima a quella dei solidi? Ebbene aumentiamo straordinariamente la velocità e arriveremo a risultati paradossali, come nell'esperimento fatto in un'officina francese a Lancey.

La colonna d'acqua aveva in questo caso la velocità di 100 metri per secondo, stante la sua enorme altezza di caduta (500 metri) e non si riusciva a tagliare il getto con un colpo di sciabola d'un uomo vigoroso.

FORZA CENTRIFUGA

Sopra un tavolo si pone un uovo di legno tornito, in modo che l'asse maggiore sia orizzontale. Coi medii applicati ai due poli si imprime all'uovo un forte movimento di rotazione attorno all'asse minore.... e si vedrà l'uovo raddrizzarsi e girare invece attorno al suo asse maggiore, col polo acuto in basso.

Il fenomeno è dovuto alla differente intensità della forza centrifuga che si sviluppa nella rotazione nei punti delle due parti dell'uovo corrispondenti ai due poli. Se l'uovo fosse un perfetto *ellissoide* di *rivoluzione* cioè avesse i due poli perfettamente uguali,

non si produrrebbe lo spostamento indicato; e questo sarà tanto più pronto quanto più appuntito sarà l'uovo ad un polo rispetto all'altro.

TROTTOLE AD ACQUA

Per lo studio dell'azione della forza centrifuga sui liquidi giovano le trottole sferiche di vetro, che non è difficile soffiare in un tubo, saldandovi poi un tubetto robusto, a modo di gambo.

La fig. 74 rappresenta tre di queste trottole in rotazione. La prima contiene acqua ed aria; nella rotazione l'acqua si porta

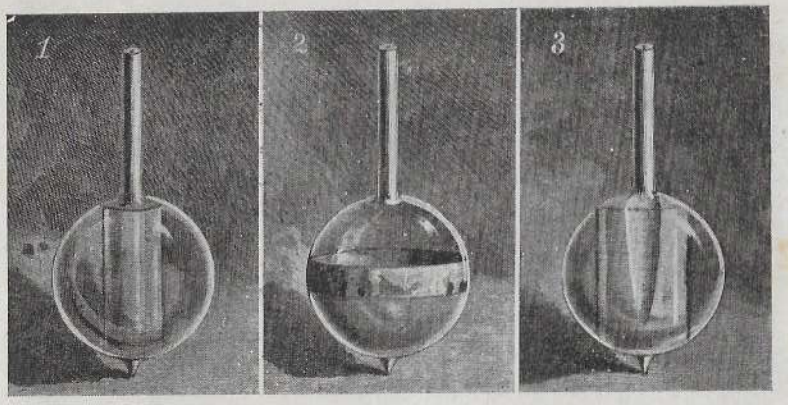


Fig. 74.

alla periferia, lasciando nel centro uno spazio nel quale si aduna l'aria, spazio che ha dapprima forma cilindrica, ma che, col diminuire della velocità della trottola, assume quella d'un paraboloide di rivoluzione.

Nella seconda abbiamo acqua, aria e una piccolissima quantità di mercurio; nella rotazione si ha effetto simile al precedente e il mercurio forma una fascia equatoriale brillante.

Nella terza sono contenuti acqua ed olio (kerosene); l'acqua si porterà alla periferia, l'olio formerà cilindro al centro, con un cono interno d'aria.

Queste trottole, dovranno essere abbastanza robuste ed avere circa 6 cm. di diametro.

LA PUNTUALITÀ D' UNA BOTTIGLIA

Ecco una graziosa esperienza che si può fare quando si è in villeggiatura sui laghi. Si presenta alla compagnia una bottiglia comune assicurando che essa è ubbidientissima, tanto che gettandola ad esempio nel lago (la profondità nel punto scelto sarà di circa 15 metri) e ingiungendole di tornare a galla dopo un quarto d'ora essa tornerà senza fallo!

Il segreto per riuscire ad ottenere tale ritorno è semplicissimo. Si riempie la bottiglia d'acqua e vi si introduce di soppiatto un pacchetto di una miscela di pesi uguali di bicarbonato di soda ed acido tartarico (miscela per acqua di Seltz); la carta dovrà esser bucherellata a colpi di spillo. Si tura la bottiglia e s'introduce nel turacciolo un tubetto di vetro fino al fondo della bottiglia, che si getta, appena pronta, nell'acqua. La miscela salina a contatto dell'acqua svolgerà gas carbonico il quale scaccerà l'acqua per il tubo di vetro, e permetterà alla bottiglia di risalire, ad un certo punto, alla superficie con grande sorpresa di chi non conosce la malizia.

UN TURACCIOLO PREPOTENTE

I turaccioli di sughero, forse per ribellione contro la prepotenza che li conficca nei colli delle bottiglie, si permettono qualche volta di farsi valere. Vediamone uno fra i tanti casi che troverete citati in questo volume.

Si dispone dunque un turacciolo di sughero in fondo a un bicchiere e vi si colloca attorno della pece a pezzetti grossi come una nocciola, riempiendone il bicchiere.

Dopo alcuni giorni i pezzetti di pece accennano ad una depressione della superficie, discendono sformandosi e il movimento continua fino a che la pece non formi più che una sola massa vischiosa compatta, la cui superficie è orizzontale come quella d'un fluido perfetto.

Lasciando il bicchiere in riposo, dopo un periodo di tempo più considerevole, si vedrà affiorare alla superficie una *costola* del turacciolo che continuerà ad emergere lentamente fino a galleggiare regolarmente secondo la legge d'Archimede.

Cosicchè una forza insignificante quale è la differenza di peso fra il turacciolo e il peso d'un ugual volume di pece è stata sufficiente per far risalire il turacciolo attraverso la pece vischiosissima, fino alla superficie.

Altra confermazione dell'adagio « *Chi la dura la vince!* ».

UN PESALETTERE ECONOMICO

Ecco in qual modo si può costruire un sensibilissimo pesalettere senza alcuna spesa. Si taglia un bastoncino di 25 cm. circa (fig. 75); si fissa ad una sua estremità un piattello e all'altra si attacca un peso, piombo, pietra od altro, in modo che emerga dall'acqua un buon terzo del bastone. Si segna esattamente l'*affioramento* mettendovi l'indicazione **0** (zero). Si carica poi con pesi noti e si segnano ai diversi affioramenti le relative indicazioni. In mancanza d'altro possono servire benissimo come pesi le monete nostre di rame (1) e di nichelio:

Pezzo da cent.	1	Peso gr.	1
» »	2	» »	2
» »	5	» »	5
» »	10	» »	10
» »	20	» »	4

Basterà dunque porre sul piattello la lettera od altro che vogliasi pesare per poterne constatare il peso dal relativo affioramento del bastone.

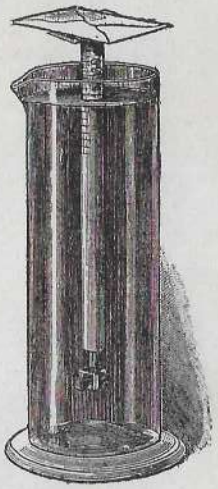


Fig. 75.

IL LUDIONE IMPROVVISATO

Si riuniscono le due parti di un guscio di noce cementando la giuntura con ceralacca, lasciando però un piccolo **o** forellino nella parte inferiore, attraverso al quale dovrà passare l'acqua, come vedremo. Si fissa al guscio di noce, sempre con ceralacca, un filo che sostiene un fantoccio di carta, latta, porcellana, ecc. Si zavorra poi con un pezzetto di piombo legato al fantoccino, regolando il peso di questa zavorra in modo che la noce affiori al livello del-

(1) Conii Vittorio Emanuele II e Umberto I.

l'acqua contenuta in una bottiglia a largo collo. Si chiude questa bottiglia mediante una membrana di gomma elastica, guttaperca o pergamena rammollita nell'acqua, facendo una buona legatura attorno al collo della bottiglia; si avrà cura di lasciare una piccola quantità d'aria fra la membrana ed il livello dell'acqua.

Esercitando allora una pressione sulla membrana, essa avrà per effetto di comprimere l'aria sottostante, che reagendo sull'acqua ne farà penetrare un poco nel cavo della noce per l'orificio *O*, sì che l'aria in essa contenuta acquisti la medesima pressione dell'altra. Ma il peso del piccolo apparecchio venendo in tal guisa ad essere aumentato, esso scenderà verso il fondo della bottiglia, salvo a risalire appena si producano gli effetti inversi, cessando di comprimere la membrana. Si potrà così far eseguire al fantoccio quella specie di danza ben nota.

LA DANZA DEL DIAVOLO

In un cartoncino si taglia un diavoletto, rappresentandolo in piedi sull'estremità di una sbarra o altalena. Questa striscia di

Fig. 76.

cartoncino si fissa al turacciolo di una bottiglia, in modo che possa girare intorno ad essa liberamente. All'altra estremità si appende con un filo un acino di uva secca di Spagna (zibibbo), il quale viene immerso nello spumante o nell'acqua di seltz. Si vedrà allora il diavoletto alzarsi ed abbassarsi ad intervalli come se volesse nascondersi dietro ad uno schermo che avremo improvvisato all'uopo e che servirà nello stesso tempo a mascherare il nostro apparecchio motore (fig. 76).

Il gas carbonico contenuto nell'acqua di seltz o nello spumante si svolge e aderisce in gallozzoline alla superficie dell'acino; questo, reso in tal modo più leggero, sale ad un dato punto verso la superficie permettendo così al diavoletto di cadere pel proprio peso; ma appena che l'acino sia giunto alla superficie, ove perde il gas che aderiva ad esso, acquista tutta la sua tendenza a cadere e fa quindi ricomparire il diavoletto.

UN PARADOSSO MECCANICO

Se ad una trottola a disco, si avvicina, mentre è in movimento, il becco ricurvo d'un cannello ad aria compressa come è rappresentato schematicamente nella fig. 77, la trottola si inclinerà *verso il cannello* anzichè esserne respinta come parrebbe dovesse accadere.

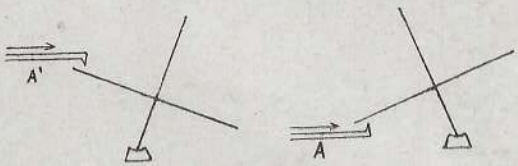


Fig. 77.

Il fenomeno si produce tanto se si avvicini il cannello al disopra che al disotto del disco. La trottola sarà fatta ruotare con la punta in una fossetta liscia opportunamente fissata.

L'esperienza è facile; la sola difficoltà consiste nel regolare il getto dell'aria in ragione delle dimensioni della trottola; se esso è troppo debole rispetto alla sua massa l'effetto non è tanto palese; se è troppo forte la trottola si ferma quasi subito.

L'ARGANELLO SIFONE

Si ponga a galleggiare in un bicchier d'acqua un grosso turacciolo di sughero attraversato da una grossa paglia sulla quale ne poggi un'altra forata in modo da avere comunicazione fra i due tubi, la cui unione sarà resa stagna per mezzo di cera; si proceda in modo analogo per gli altri pezzi secondo insegna la figura 78. Si avrà allora un sifone a doppio tubo di uscita; per ine-

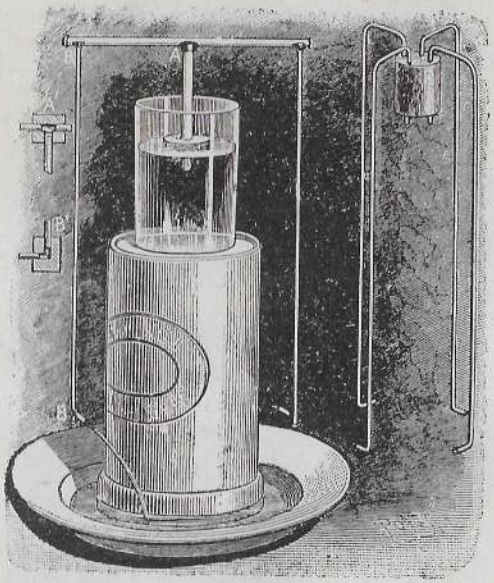


Fig. 78.

scare il sifone occorre che due persone aspirino contemporaneamente l'aria dai due orifizi; l'apparecchio si porrà allora in rotazione attorno all'asse della paglia centrale e si manterrà in movimento fino ad esaurimento del liquido, il quale del resto potrà essere rinnovato a piacere.

Acquistando un po' di pratica nella lavorazione dei tubi di vetro alla lampada, si potranno sostituire questi alla paglia ed avere così un sistema più solido.

Perchè avvenga l'efflusso basterà *in questo caso*, secondo la teoria del sifone, che il livello dell'acqua nel bicchiere si trovi al disopra dell'orifizio di efflusso. Essendo poi questi rivolti in modo che i getti hanno tendenza orizzontale ne segue, per reazione, un movimento di rotazione di senso contrario alla direzione dei getti.

LA PIPA ROTANTE

In una comune pipa di gesso (figura 79) otturiamo con cera l'orifizio della cannuccia e pratichiamo due forellini, uno presso l'estremità della cannuccia stessa, e l'altro presso l'orlo del for-

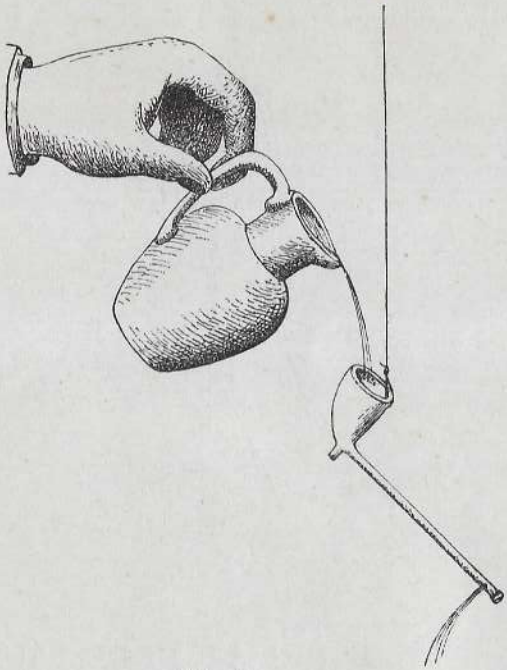


Fig. 79.

nello. In questo fisseremo un capo di spago e appenderemo la pipa. Versando allora dell'acqua nel fornello, essa uscirà pel foro laterale praticato nella cannuccia e, per reazione, determinerà un moto rotatorio della pipa.

BATTELLO A REAZIONE IDRAULICA

Foggiamo un battello grossolano con una lastra di sughero o con un pezzo di assicella di legno leggero. Su di esso fissiamo con ceralacca un tubo di vetro, o semplicemente un pezzo di canna chiuso inferiormente dal tramezzo nodale; in detto tubo avremo praticato, a poca altezza dal fondo, un piccolo foro.

Così disposto l'apparecchio riempiamo d'acqua il tubo tenendone chiuso col dito il piccolo foro laterale, che avremo disposto verso la *poppa*, indi poniamo il tutto a galleggiare sull'acqua di una vasca. L'acqua uscirà dal forellino e per la reazione sulla parete opposta il battello prenderà un movimento in senso opposto al getto dell'acqua.

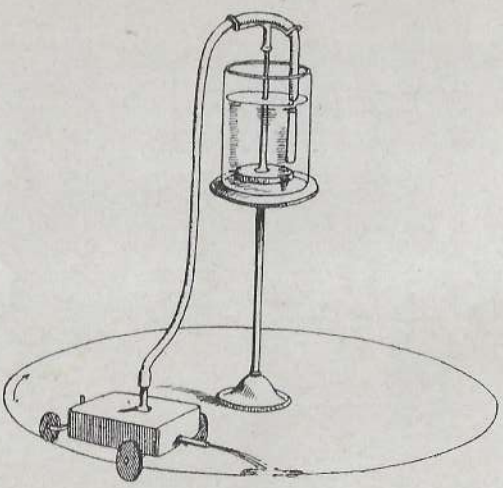


Fig. 80.

IL CARRELLO DI PASCAL

Ecco una modificazione dell'*Arganello sifone* di cui a pag. 56, che la fig. 80 spiega abbastanza.

Il carrello è costituito da una scatola a tenuta d'acqua, montata su rotelle e munita di due tubetti, in comunicazione col suo interno, uno orizzontale-posteriore l'altro verticale-superiore. A

quest'ultimo si adatta l'estremità d'un tubo di gomma l'altro estremo dal quale pesca nell'acqua contenuta in un grosso bicchiere (un vaso da pile); un opportuno sopporto a punta permette a questo sifone di rotare attorno ad esso. Innescato il sifone, per la reazione dell'acqua uscente dall'orifizio posteriore della scatola, sull'aria circostante, il carrello assumerà un movimento che, per essere vincolato al tubo, diventa press'a poco circolare intorno al sopporto.

LA FONTANA ZAMPILLANTE

I.

La fig. 81 rappresenta un'esperienza eseguita con bottiglie a doppio collo che possono facilmente sostituirsi con vasi di vetro a largo collo a turacciolo di sughero attraversato da due tubi di vetro. La disposizione dell'esperienza è assai facile a comprendere. Versando dell'acqua nella bottiglia posata a terra, mediante un tubo a imbuto, la cui estremità inferiore arrivi quasi sul fondo del vaso, si otterrà che l'aria contenuta nel vaso stesso venga scacciata per l'altro tubo di vetro, collegato mediante uno di gomma, al tubo corto della bottiglia posta sul tavolo.

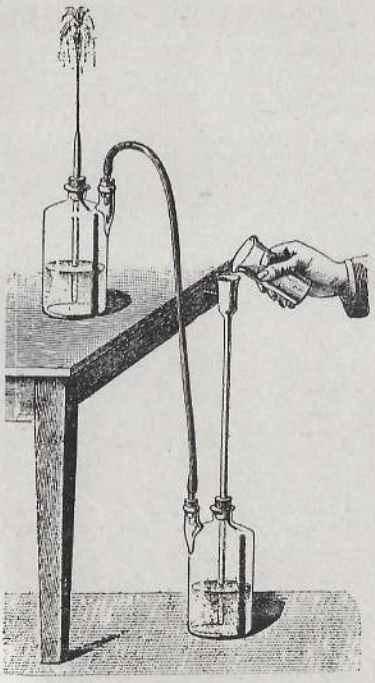


Fig. 81.

Detta aria leggermente compressa dal salire dell'acqua nel vaso inferiore premerà a sua volta sull'acqua che sarà stata posta nel vaso superiore, la quale verrà quindi scacciata per il tubo centrale terminante in punta sottile.

Ed ecco ottenuto un bel getto da fontana. A voi ora il dare all'esperienza una disposizione che, mascherando l'artifizio, ne renda più attraente l'effetto.

II.

Prendasi un recipiente di vetro a largo collo, lo si riempia di acqua per metà circa, e lo si chiuda con un turacciolo con due fori; attraverso ad uno di questi si farà passare un tubo di vetro che peschi nell'acqua e terminante in punta affilatissima; all'altro si adatterà un tubo di vetro e su questo si fisserà un tubo di caucciù.

Si disporrà di un altro recipiente simile, con tappo parimente a doppio foro, vuoto. Attraverso uno dei fori si farà passare un tubo di vetro cui si adatterà l'altro capo del tubo di caucciù di cui sopra, mentre nell'altro foro si collocherà un tubo di vetro terminante ad un imbuto e con l'estremità presso il fondo del barattolo.

È assolutamente necessario che aria non possa passare nè intorno ai turaccioli nè intorno ai quattro tubi che li attraversano; a ciò si provvederà sia facendo i tappi di caucciù, sia lutando con paraffina fusa intorno ai tappi stessi e ai passaggi dei tubi.

Versando acqua nell'imbuto essa comprimerà l'aria soprastante nel recipiente, e quest'aria compressa obbligherà l'acqua dell'altro recipiente a salire sotto pressione per il tubo affilato e ad uscirne sotto forma di zampillo.

LA BACCHETTA MAGICA

Per mezzo d'un tubo di vetro tirato alla fiamma fino ad avere all'estremità un diametro di appena 2 mm., e messo in comunicazione con una condotta d'acqua, si produca un getto verticale di circa un metro d'altezza. Esso ricadrà a pennacchio di goccioline; ma si potrà ottenere che queste si riuniscano in gocce più grosse o quasi in una sola vena diminuendo con un qualsiasi procedimento la tensione superficiale.

Così p. es. avvicinando al getto un bastone di ceralacca elettrizzato o facendo passare il getto nella fiamma molto fuligginosa prodotta da un batufiolo di cotone imbevuto di benzina, d'essenza di trementina o d'essenza minerale, o infine versando sul getto del vapore d'etere.

MICROFONO IDRAULICO

Si diriga direttamente il getto d'acqua di cui nell'esperimento precedente sopra un foglio di carta da disegno teso, o sopra la membrana d'un tamburello posto a circa 40 cm. dall'orifizio del tubo (fig. 82) regolando il getto in modo che la membrana intercetti il getto stesso all'estremità della parte trasparente ossia nel punto dove si formano le goccioline.

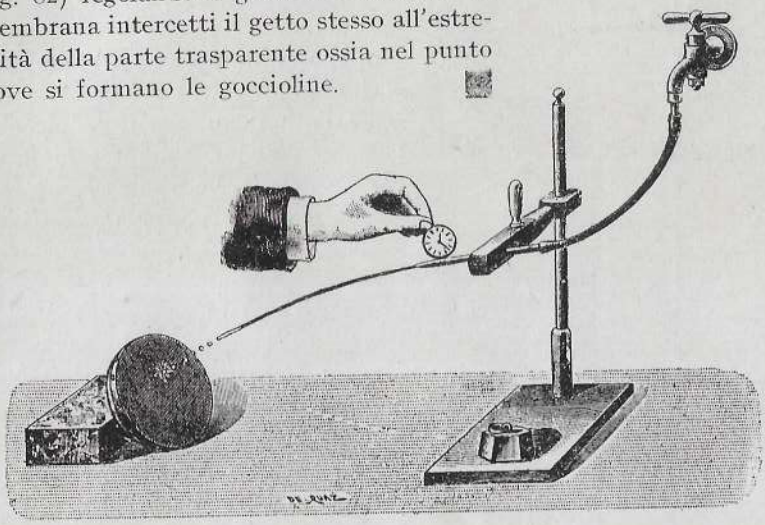


Fig. 82.

Se si appoggia allora sul tubo di vetro un corpo qualunque, un'assicella di legno p. es., si sentirà un suono intenso.

Mettendo in contatto col tubo un orologio in movimento si noterà un rinforzamento energico del suono trasmesso dal getto d'acqua alla membrana.

SIFONE A ZAMPILLO

Con un tubo di vetro di 5 a 6 mm. di diametro, lungo circa un metro si foggia un sifone nel modo indicato nella figura 83 i bracci ripiegati dovranno avere circa 12 cm. di lunghezza. L'orifizio su-

periore sarà tagliato obliquamente, l'inferiore sarà invece tirato a caldo in modo che l'orifizio si riduca ad un mm. di diametro. Si riempie il sifone d'acqua colorata, se ne chiude col dito l'orifizio inferiore, e se ne immerge l'orifizio superiore in un recipiente di acqua pure colorata. Ritirando il dito comincerà l'efflusso; sollevando allora alquanto il sifone, in modo che l'orifizio obliquo emerga alquanto, si formerà nel tubo una serie di bolle d'aria intramezzate da piccole colonne d'acqua colorata; la lunghezza delle bolle d'aria si può regolare a piacere, immergendo più o meno l'orifizio superiore del sifone.

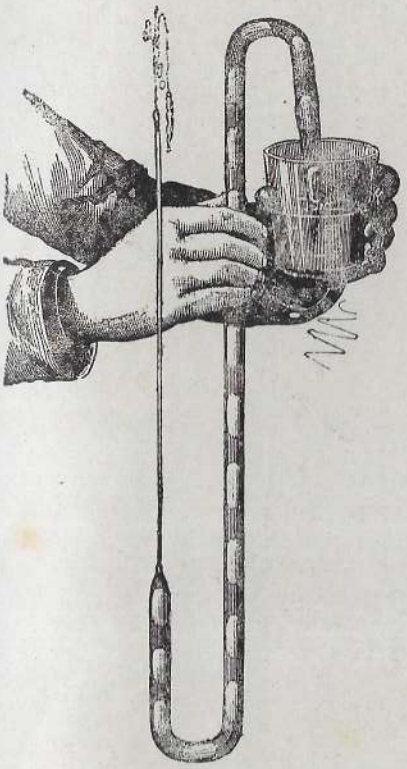


Fig. 83.

Facciamo ora emergere completamente detto orifizio, in modo da far penetrare nel sifone una bolla d'aria di circa 15 a 20 cmc. e immergiamolo poi nuovamente. Si vedrà allora la grossa bolla spostarsi rapidamente nel tubo fino a sfuggire per il piccolo orifizio; ma il liquido, dietro la bolla, avrà acquistato esso pure una grande velocità con la quale urtando contro l'estremità affilata del sifone darà luogo ad un getto d'acqua di parecchi metri d'altezza.

SIFONE A INSUFFLAZIONE PER ACIDI

Questo sifone — modificazione di quello di Radiguet, per renderne facile la costruzione domestica — è assai utile pel travaso di acidi e, in generale, dei liquidi corrosivi che sarebbe pericoloso aspirare con la bocca o maneggiare altrimenti.

Occorrono: un tubo di vetro, corto, di 15 a 20 mm. di diametro; un altro tubo di vetro lungo il doppio, del diametro di 4 a 8 mm. Il tubo sottile si piega alla lampada, ad U, quasi alla metà. Il ramo più corto si introduce nel foro d'un turacciolo di gomma fissato nel tubo grosso (fig. 84). Nell'altro foro del turacciolo passa un corto tubo sottile. L'altra estremità del tubo grosso è chiusa da un tappo forato al centro.

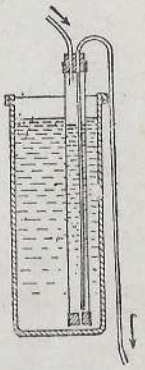


Fig. 84.

Se allora s'introduce il tubo grosso in un recipiente contenente il liquido da travasare, e si soffia per il tubetto in alto, il livello del liquido entro il grosso tubo si abbassa e il liquido che vi era penetrato — in virtù del principio dei vasi comunicanti — al momento dell'immersione, se ne esce pel foro inferiore, tornando in seno alla massa d'ond'era venuto. Ma siccome il foro è piccolo, si farà in modo da ostacolarne l'uscita del liquido poggiando il lato sul fondo del recipiente, si formerà nel grosso tubo una pressione d'aria che obbligherà il liquido a salire nel tubo piccolo e ad uscirne poi discendendo. Il sifone sarà così inescato quando cesserà l'insufflazione. Si dovrà allora aver cura di inclinare alquanto il tubo grosso, in modo che l'accesso del liquido pel suo foro inferiore non sia più — come prima — ostacolato.

ESPERIENZE SULLA CAPILLARITÀ

Tagliamo in un pezzo di carta da filtro oppure di carta bibula alquanto consistente, un rettangolo e pieghiamolo in mezzo in modo che le due metà formino tra loro angolo di circa 45°. Poniamone quindi una faccia sull'acqua (fig. 85, n. 1); assisteremo allora a questi movimenti: dapprima la parte fuori acqua s'inclinerà verso quella galleggiante quasi fino a toccarla (n. 2), il che è dovuto all'incurvarsi della superficie galleggiante per effetto della imbibizione; poco di poi la parte emersa si muoverà in senso contrario e finirà collo stendersi ancor essa sull'acqua (n. 3); ciò è dovuto all'appianarsi della parte incurvata ed alla penetrazione dell'acqua, per capillarità, nella costola e nella massa vicina della carta.

È evidente che se in luogo del rettangolo emergente ritagliamo nel foglietto una figurina, la vedremo fare delle graziose riverenze; meglio ancora se invece di una taglieremo due figurine.

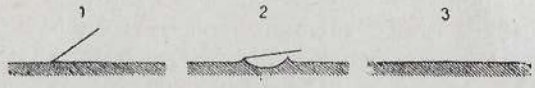


Fig. 85.

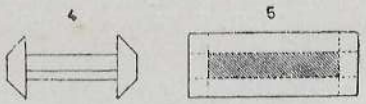


Fig. 86.

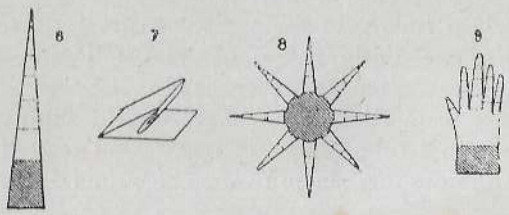


Fig. 87.

Con delle stelle di carta a punte ripiegate si potranno imitare bottoni di fiori, che si schiuderanno nell'acqua, ecc. (v. fig. 87, n. 4, 5; fig. 86, n. 6, 7, 8, 9). Nelle figure, le punteggiate rappresentano le linee di piegatura.

UN MUCCHIO DI COTONE IN UN BICCHIERE D'ALCOOL

Si prepara una certa quantità di cotone, reso molto soffice stendendolo colle dita in modo da dargli il massimo volume apparente possibile. Meglio se si adopera del cotone *idrofilo* da far-

macisti. Si può riempire con tale cotone un grosso cappello e scommettere che lo si farà stare tutto entro un bicchiere pieno d'alcool fino quasi all'orlo.

Vi si riuscirà facilmente immergendo il cotone nell'alcool a piccoli batuffoli e comprimendolo, man mano che sarà imbevuto, in fondo al bicchiere, tanta è la potenza d'imbizione che ha il cotone per l'alcool.

UN PO' DI MAGÌA

Prendete un zolfanello di legno, da cucina, e piegatelo in mezzo in modo che una parte delle fibre rimanga rotta e l'altra parte soltanto piegata ad angolo. Ponete il fiammifero così piegato sul collo d'una bottiglia e posate su di esso una moneta da 20 cent. (fig. 88).

Fig. 88.

Fatto ciò potrete proporre ai vostri ammiratori di far cadere la moneta nella bottiglia senza toccare nè l'una nè l'altra e tanto meno il fiammifero. La cosa, dopo natura riflessione, seguìta da tentativi infruttuosi e dal relativo scoraggiamento, sarà dichiarata impossibile da molti, che resteranno però confusi quando, bagnando un dito nell'acqua, ne farete cadere una o due gocce precisamente sul vertice dell'angolo dello zolfanello, là dove è rotto. L'acqua penetrerà nelle fibre del legno, assorbita per capillarità; le parti compresse dal piegamento tenderanno a riprendere la forma primitiva il che determinerà uno spostamento dei due lati dell'angolo formato dallo zolfanello, spostamento che finirà col permettere la caduta della moneta entro alla bottiglia. Sarà bene che il fiammifero da adoperare sia ben secco.

AGHI GALLEGGIANTI SULL'ACQUA

Con un po' d'artificio e di precauzione si può riuscire a far galleggiare sull'acqua delle spille e degli aghi abbastanza grossi. Occorre che essi siano bene asciutti. Si può riuscire sostenendo l'ago alle due estremità con due fili ripiegati che poi si ritirano avendo cura che non tocchino la spilla; ma ciò è un po' difficile. Ancor più difficile è il posare direttamente la spilla sull'acqua lasciandola solo quando è poco distante dalla sua superficie.

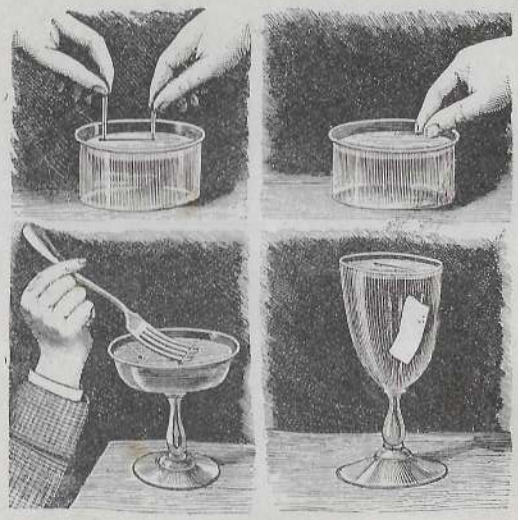


Fig. 89.

Si riesce meglio posando la spilla sulle punte di una forchetta e immergendo poi questa nell'acqua come indica la fig. 89.

Ma il procedimento più sicuro consiste nel posare sull'acqua un foglio di carta da sigarette e porvi sopra l'ago. La carta si imbeve a poco a poco d'acqua e cade al fondo lasciando la spilla galleggiante. Si può in tal modo riuscire a far galleggiare anche una piccola moneta come un centesimo o simile.

Ponendo sullo stesso specchio d'acqua due aghi a galleggiare e soffiandovi sopra in modo che si allontanino l'uno dall'altro si

vedranno, quando l'acqua sia in riposo, riavvicinarsi dapprima lentamente, poi velocemente fino ad urtarsi; allora o rimangono aderenti o colano a fondo.

Questi fatti si spiegano con la *tensione superficiale* dei liquidi e con la *capillarità*.

I GALLEGGIANTI INDOCILI DOMATI

Se si pone sull'acqua un turacciolo comune cilindrico di sughero, esso vi galleggia, ma coll'asse disposto orizzontalmente. Volendo far galleggiare sette di tali turaccioli in modo che il loro asse resti verticale, se ne dispone uno sopra un tavolo, verticalmente, e intorno ad esso si collocano gli altri sei, pure verticalmente. Si prende poi il gruppo con la mano e si immerge nell'acqua in modo da bagnarlo completamente. Si alza allora in maniera da farne emergere circa la metà e si otterrà l'intento.

L'acqua interposta fra i turaccioli per capillarità li mantiene aderenti fra loro, e siccome tutto il sistema è più largo che alto si conserva in equilibrio stabile nella posizione indicata, mentre per un solo turacciolo tale posizione corrisponderebbe ad un equilibrio instabile. È qui il caso di ripetere, nel campo fisico ciò che nel campo morale esprimiamo col proverbio: «l'unione fa la forza».

LA GEOMETRIA DIABOLICA

Si disegni, in un pezzo di cartoncino bianco comune, una figura geometrica qualunque, per esempio triangolo, quadrato, poligono, circolo, ellisse, ecc., mediante matita tenera, umida. Si ponga allora il foglio di carta a galleggiare sull'acqua e si riempia poi d'acqua tutta la superficie della figura disegnata, il che non riuscirà difficile stante il suo perimetro umido. Ciò fatto, se si mette in un punto qualunque della massa d'acqua che ricopre la figura, la punta di una spilla in modo però che non tocchi la carta, si vedrà questa muoversi in una certa direzione, fino a che si fermerà; e ciò avverrà quando sotto la punta della spilla tenuta

ferma, sarà venuto esattamente a corrispondere il *centro di gravità* della figura. Siccome questo punto si può determinarlo prima, geometricamente, si potrà anche predire in quale posizione si fermerà la carta (fig. 90).

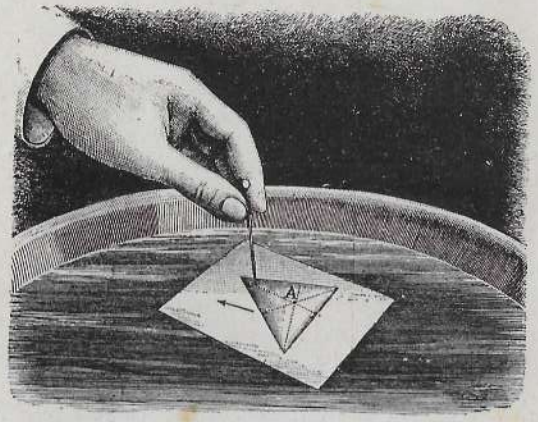


Fig. 90.

Questa esperienza si spiega coll'azione della tensione superficiale dei liquidi, la risultante delle forze superficiali di attrazione avendo per punto d'applicazione il centro di gravità della figura liquida. Con questo metodo si può trovare con sufficiente approssimazione il centro di gravità d'una figura qualsiasi.

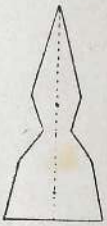


Fig. 91.

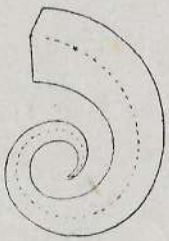


Fig. 92.

Se invece di un triangolo o d'una figura regolare si disegna sul foglio di carta una figura come quella rappresentata nella fig. 91, si avranno due punti di equilibrio, segnati con asterisco nella figura stessa. Disegnando invece la fig. 92 e presentando la punta alla sua estremità, la carta si muoverà seguendo una spirale, punteggiata in figura, e si fermerà quando la punta corrisponderà al centro di equilibrio segnato coll'asterisco. Come si vede si può modificare a piacere la forma della figura, ottenendo così svariati movimenti e traiettorie.

I ZOLFANELLI GHIOTTONI

Poniamo a galleggiare sull'acqua di una bacinella un certo numero di fiammiferi di legno disposti a stella. Se tocchiamo la superficie libera dell'acqua in mezzo alla stella con un pezzetto di sapone appuntito, tosto i zolfanelli si allontaneranno da esso precipitandosi verso gli orli del catino, come se ne avessero orrore. Per ricondurli verso il centro basterà mettere un pezzo di zucchero al posto del sapone (fig. 93).

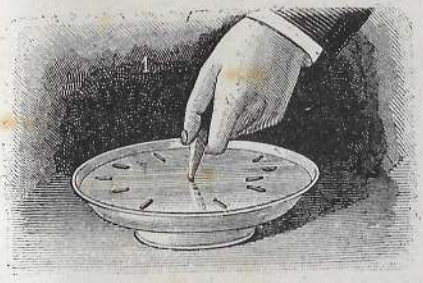


Fig. 93.

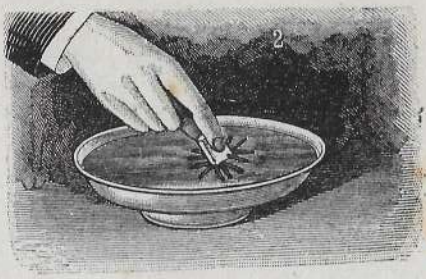


Fig. 94.

Questi movimenti dei zolfanelli sono dovuti, il primo ad una modificazione nella tensione superficiale del liquido davuta alla soluzione d'una minima quantità di sapone, il secondo ad un fenomeno di capillarità per il quale, venendo *assorbita* dell'acqua nei pori dello zucchero, si produce una corrente superficiale con direzione centripeta che ha per effetto di trascinare i zolfanelli appunto verso il centro, dove trovasi lo zucchero.

ROTAZIONE D' UNA SPILLA GALLEGGIANTE

Con filo di ferro molto sottile si fa una piccola spirale, che avrà l'aspetto d'una molla da orologio distesa. Si spalma questa spirale con olio e la si posa dolcemente sull'acqua d'un catino sulla quale galleggerà. Si prepara poi un po' d'acqua saponata e se ne riempie un tubetto di vetro o più semplicemente una paglia.

Chiudendo od aprendo coll'indice l'apertura superiore del tubetto si regolerà a piacere l'uscita dell'acqua saponata. Si fa cadere una goccia di quest'acqua nel centro della spirale e questa si metterà tosto a ruotare; quando è ferma si ricomincia e si osserverà il fenomeno per varie volte. Si può attaccare all'estremità della spirale una figurina di carta oleata sottile, una barchetta leggera, ecc. Invece dell'acqua saponata si può far uso di un'essenza, di alcool, ecc.

Il fenomeno è dovuto alla tensione superficiale, *diversa* nei vari liquidi.

IL PESCIOLINO ANIMATO

La materia prima sarà una carta da visita, o simile; la forma dipenderà dall'abilità dell'operatore; il segreto consisterà in una scanalatura tagliata colle forbici dalla coda verso il centro, dove terminerà con un foro circolare (fig. 95). Posato questo pescio-

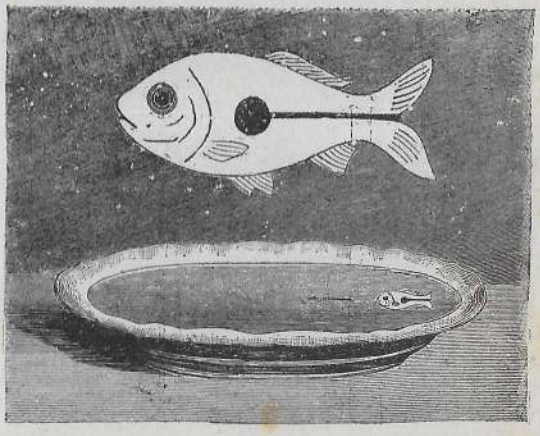


Fig. 95.

lino sull'acqua, leggermente e senza bagnare la superficie superiore, esso starà fermo; per determinare il movimento basterà versare una goccia d'olio nella cavità circolare e tosto lo si vedrà muoversi con la testa in avanti. Tale movimento è dovuto alla reazione che la tendenza dell'olio ad espandersi alla superficie del-

l'acqua, determina sulla massa del pesciolino. Avendo l'olio preparata la via dalla testa alla coda, la reazione produce movimento in senso contrario, cioè dalla coda alla testa.

LO SCORPIONE NUOTATORE

Si riuniscono dei pezzetti di canfora in modo da formare un gambero, uno scorpione od altro qualsiasi animale. Lo si posa poi sull'acqua, dove lo si vedrà lentamente agitarsi, quasi volesse nuotare (fig. 96). Il fenomeno che presenta la canfora nell'acqua

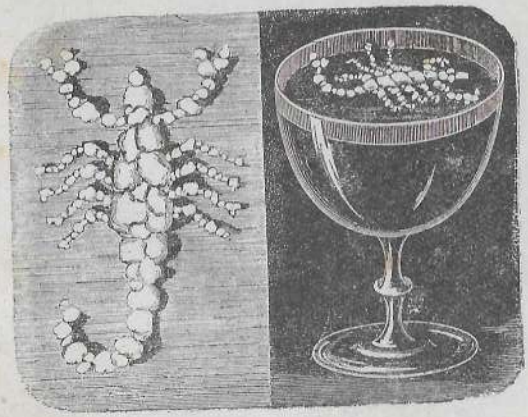


Fig. 96.

di mettersi in movimento in un certo senso od in rotazione, pare sia dovuto alla forza di *tensione superficiale* dei liquidi, o, secondo altri, ad una specie di bombardamento molecolare tra la canfora e l'acqua.

Sono curiosi, per la straordinaria vivacità, i movimenti dai quali sono animati i pezzetti *piccolissimi* di canfora posti sull'acqua perfettamente pulita e in recipiente previamente digrassato con lavature alcaline (soluz. di carbonato di soda o potassa).

I DANZATORI INFATICABILI

Con un turacciolo piatto, quattro pezzi di sughero e due aghi si costruisce il piccolo apparecchio indicato a sinistra della figura 97. A ciascuno dei quattro pezzetti di sughero si fissa, sempre dallo stesso lato, un pezzetto di canfora mediante un poco di ceralacca; si colloca infine nel centro una coppia di danzatori ritagliati in un cartoncino e colorati a piacere. Posando sull'acqua questo apparecchio esso si metterà tosto a girare rapidamente, e continuerà in tale movimento per due o tre giorni di seguito.

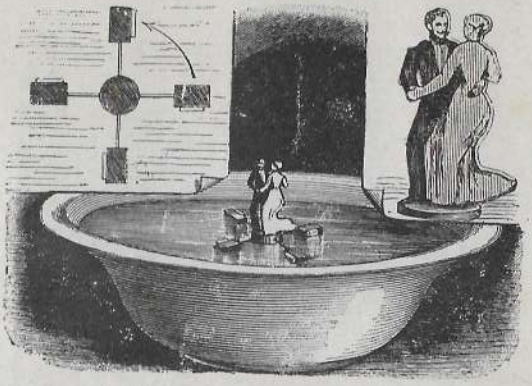


Fig. 97.

Il fenomeno è dovuto alla *tensione superficiale* dei liquidi, come già si è detto nell'esperimento precedente. L'esperienza non riesce se sul liquido si trova una traccia anche minima di sostanza grassa. Occorre quindi operare con corpi pulitissimi, in bacinella lavata con somma cura, senza mai toccare in alcuna parte direttamente colle mani, come già si è detto per l'esperimento precedente.

IL BATTELLO MISTERIOSO

Si può utilizzare la proprietà della canfora di mettersi in movimento quando sia posta a galleggiare sull'acqua, di cui nelle esperienze precedenti, per un grazioso giocattolo. Si fabbrica una

piccola barca e le si appicca a poppa un pezzetto di canfora naturale. La navicella si metterà in moto sull'acqua senza l'aiuto di motore. Volendola fermare basterà gettare sull'acqua una goccia d'olio (fig. 98).

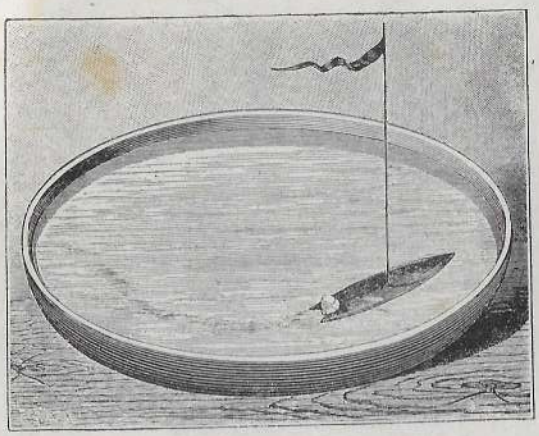


Fig. 98.

DIFFUSIONE DEI LIQUIDI

I bei disegni che riproduciamo furono ottenuti dal Sig. Leduc di Nantes (figg. 99, 100, 101).

Sopra una lastra di vetro si versano 5 cmc. d'una soluzione di gelatina al 10% con una goccia di una soluzione satura che varia con ciascuna preparazione; in generale si tratta di cloruro, bromuro o joduro di ammonio. Si depongono poi simmetricamente sulla lastra delle gocce di soluzioni diverse, p. es. di azotato d'argento, di citrato di potassio, ecc. Si lascia la lastra in riposo, in posizione orizzontale. Le gocce si diffondono lentamente o si ottengono forme e colori impreveduti. Si lascia seccare la lastra al riparo dalla polvere e si può poi montarla come un *clichè* fotografico.

Certe sostanze diffondendosi producono tratti equidistanti alternativamente trasparenti ed oscuri, il cui spessore varia da qualche decimo di millimetro fino a meno d'un millesimo di millimetro.

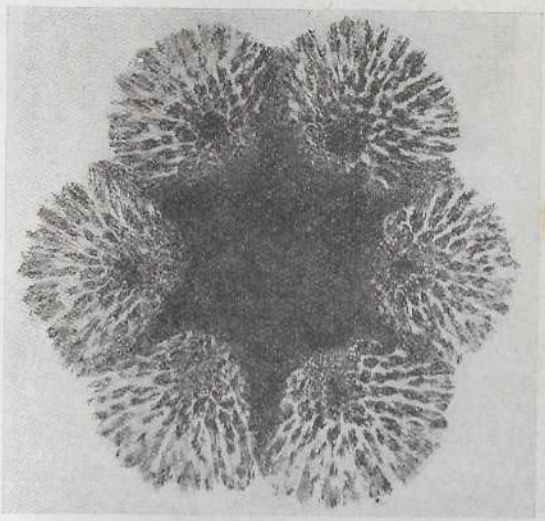


Fig. 99.

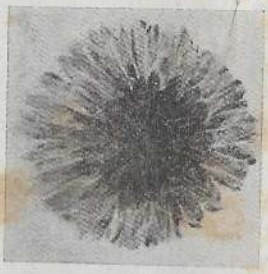


Fig. 100.

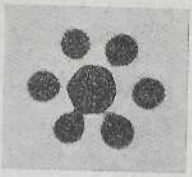


Fig. 101.

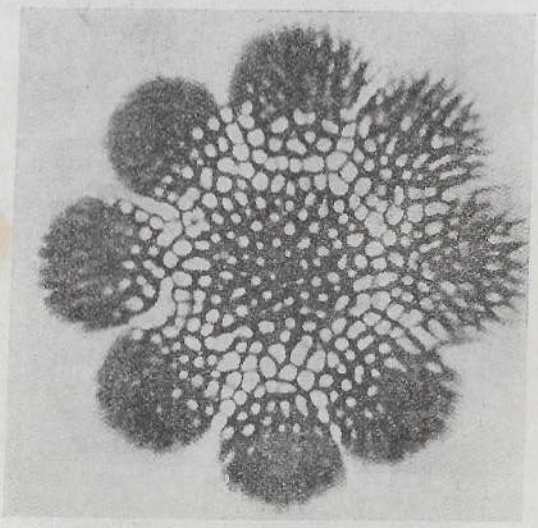


Fig. 102.

Quando i tratti hanno larghezza compresa fra il centesimo e il millesimo di millimetro formano dei reticolati; si possono così ottenere con tutta facilità dei reticolati rettilinei o circolari che danno spettri di diffrazione assai luminosi.

Se ne ottengono di assai brillanti, che danno spettri di diffrazione a colori smaglianti facendo diffondere nella gelatina (contenente tracce di nitrato e di cloruro di calcio), una miscela a parti uguali di soluzioni sature di fosfato e di carbonato di potassio.

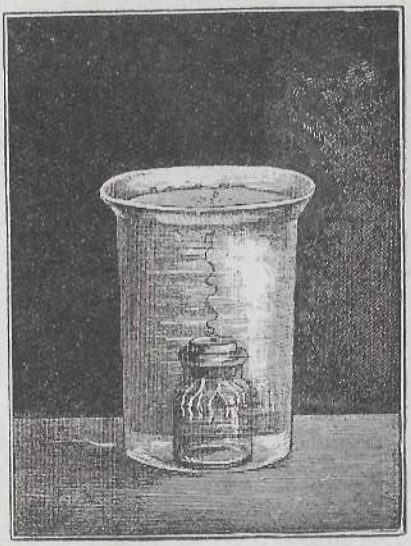


Fig. 103.

Si ha così della vera madreperla poichè i reticolati ottenuti ne hanno la struttura fisica e la composizione chimica.

Giova notare come la struttura reticolata si trovi in quasi tutti i tessuti viventi; le elitre degli scarabei, le piume di molti uccelli, i muscoli e i tendini dell'uomo e di molti vertebrati, ecc.

Per dimostrare che certi liquidi sono diffusibili, cioè penetrano a poco a poco l'uno nell'altro, si può usare l'apparecchio indicato nella fig. 103. Si mette del vino rosso in una piccola bottiglia ben chiusa da turacciolo munito di un forellino; l'orifizio di questo forellino sarà chiuso momentaneamente con un pezzo di sostanza

solubile (zucchero). Collocata la bottiglietta entro un recipiente di vetro, si versa in questo dell'acqua. Lo zucchero si scioglie ed il vino sale in mezzo all'acqua formando un'elica e diffondendosi a poco a poco.

Si può ottenere l'effetto analogo con due liquidi incolori che reagendo l'uno sull'altro diano luogo ad un composto colorato vivamente in rosso. Basterà mettere nella bottiglietta una soluzione

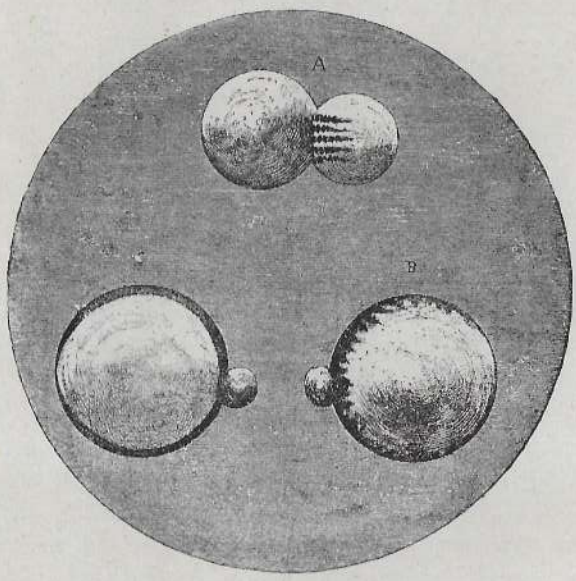


Fig. 105.

di sublimato corrosivo (velenoso) e nel vaso di vetro una soluzione di joduro di potassio. Il composto rosso che si forma è lo joduro di mercurio.

La diffusione dei liquidi si presta ad un'altra curiosa esperienza. Bisogna provvedersi d'una lastra di vetro ben pulita, lavandola con soluzione di potassa, poi con acqua pura (preferibilmente distillata ed asciugandola con una pezzuola di lino pulitissima.

1° Fig. 105: lettera *A*. — Si fanno cadere sulla lastra due gocce a contatto, una di acqua colorata con fucsina, l'altra di al-

cool; la fucsina si diffonde nell'alcool formandovi strisce regolari vivamente colorate.

2° Lettera *B*. — Acqua colorata con fucsina e glicerina. La fucsina si diffonde attorno alla goccia di glicerina fino ad averne fatto tutto il giro, assumendo gradazioni di tinte delicatissime.

3° Lettera *C*. — Solfuro di carbonio (pericoloso, infiammabile) colorato con fucsina e glicerina. Il solfuro formerà attorno alla goccia di glicerina un anello colorato di tinte vivissime e riflessi splendenti.

Del resto quest'esperienza si può variare in molti modi, ma perchè riesca bene è condizione essenziale che la lastra di vetro sia ben detersa.

IL VULCANO IN ERUZIONE

Se si immerge nell'acqua una bottiglietta piena di vino rosso chiusa con un turacciolo di sughero nel quale si sia praticato un forellino, si avrà una colonna ascendente di vino; se la bottiglietta venga nascosta in una massa di gesso o di altra materia plastica insolubile, foggiata in modo da imitare un vulcano il cui cratere corrisponda al forellino nel turacciolo, si avrà un facsimile d'un'eruzione, che si renderà più perfetto agitando l'acqua (fig. 106).

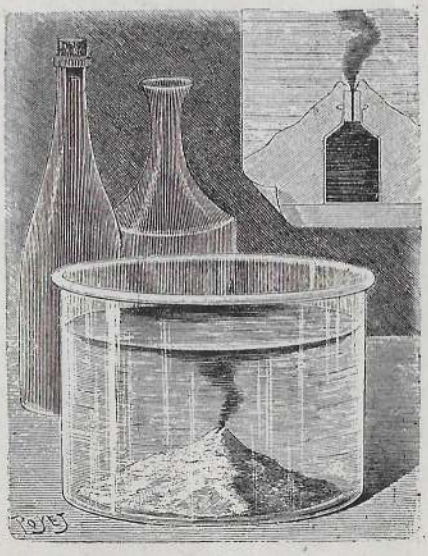


Fig. 106.

Il vino tende a salire alla superficie dell'acqua essendo il suo peso specifico (ossia il suo peso relativamente all'acqua, sotto pari volume) minore di quello dell'acqua stessa.

L'UOVO IDROPICO

Si mette un uovo nell'acido cloridrico diluito, il quale ne scioglie in breve il guscio; quando tale soluzione è completa, s'immerge l'uovo in un recipiente che contenga acqua pura. Dopo un giorno esso sarà diventato di volume doppio, poichè l'acqua avrà attraversato la *pelle* dell'uovo; tale fenomeno detto *osmosi*, cioè passaggio attraverso ad una membrana, è favorito in questo caso dalla presenza dell'albumina dell'uovo.

IL BICCHIERE-POMPA

Si versi dell'acqua in un piatto; vi si metta un piccolo galleggiante qualunque (un pezzo di sughero) e su questo si faccia bruciare un po' di carta. Prima che sia spenta si capovolga sul galleggiante un bicchiere, immergendolo nell'acqua. Si vedrà tosto l'acqua del piatto penetrare in parte nel bicchiere, raggiungendovi un certo livello, più alto del livello esterno (fig. 107).

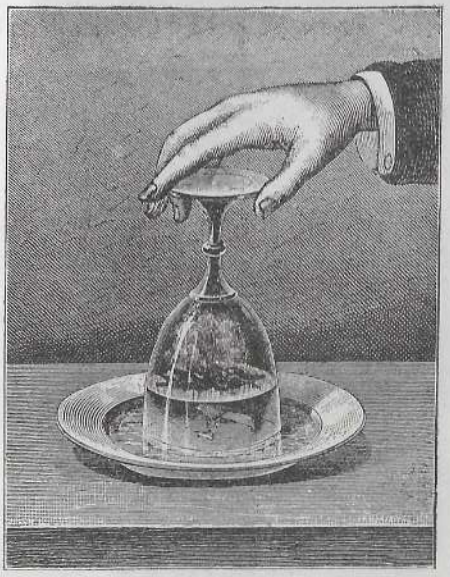


Fig. 107.

La spiegazione rigorosa del fenomeno non è tanto semplice. In primo luogo la *combustione* della carta ha consumato tutto l'ossigeno della massa d'aria contenuta nel bicchiere, essendo quindi diminuito il volume di quest'aria la pressione esterna ha spinto dell'acqua ad occupare il volume perduto. Ma l'ossigeno dell'aria non fu *distrutto*; esso si è *combinato* col carbonio della carta per formare del *gas carbonico*, gas *più denso* dell'ossi-

geno; tale cioè che a parità di peso occupa minor volume. Ne risulta dunque che l'acqua entrata nel bicchiere avrà occupato non già il volume prima occupato dall'ossigeno, ma la differenza fra questo volume e quello (minore) del gas carbonico formatosi.

E ciò senza tener conto della dilatazione che per effetto del calore avrà subìto la restante porzione di aria ($^3/_4$ circa del volume totale) la quale è costituita dal gas *azoto*, dilatazione che si oppone per un tanto all'entrata dell'acqua nel bicchiere.

IL PROSCIUGAMENTO DI UN PICCOLO LAGO

Il piccolo lago sarà costituito dall'acqua necessaria per ricoprire appena una moneta posta in un comune piatto. Si tratta di estrarre con le dita la moneta dal piatto senza bagnarsi e, naturalmente, senza versar via l'acqua!

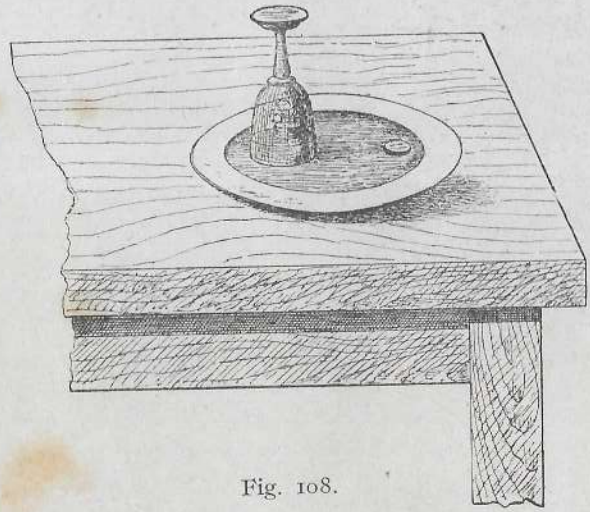


Fig. 108.

Si può riuscire nell'intento in questo modo. Si fa galleggiare sull'acqua un disco di sughero tagliato da un turacciolo (fig. 109); su di esso si pongono alcuni pezzetti di carta, fuscelli di legno, bambagia, insomma del combustibile leggero; si mette il fuoco a

tali materie, sovrapponendovi tosto un bicchiere capovolto. La dilatazione dell'aria prodotta dal calore, ne farà uscire una parte; col raffreddamento si produrrà un ambiente rarefatto e la pressione atmosferica spingerà l'acqua dal piatto nel bicchiere fino a che in questo la pressione dell'aria rimasta e la colonna d'acqua facciano equilibrio alla pressione atmosferica esterna. Ma intanto il ritirarsi dell'acqua avrà lasciato la moneta allo scoperto, e.... il tiro è fatto.

SOLUZIONE D'UN PROBLEMA DIFFICILE

Fig. 109.

Ecco il problema: *Dati un bicchiere ed una bottiglia entrambi pieni d'acqua, vuotare il primo per mezzo della seconda senza vuotarla.* Per quanto possa a prima giunta sembrare difficile la sua soluzione, pure con un piccolo artificio vi si riesce. Si tura la bottiglia, in modo che non vi resti punto aria, mediante un turacciolo attraversato da due tubetti di vetro, di metallo o semplicemente di paglia. Il più corto di questi tubetti deve essere alquanto più lungo di quanto sia profondo il bicchiere, e l'altro circa il doppio (fig. 109). Si ottura con cera il piccolo tubetto, nel suo orifizio esterno, e poi si spinge l'altro nella bottiglia, fino a che da esso zampilli l'acqua. Poi si capovolge la bottiglia in modo che la piccola paglia sia immersa fino al fondo nel bicchiere e l'altra resti fuori di esso. Basterà allora tagliare colle forbici l'estremità chiusa della piccola paglia per veder tosto zampillare l'acqua da quella lunga, il che avverrà fino a che il bicchiere sia vuotato.

La bottiglia piena d'acqua e i due fuscelli di paglia costituiscono un vero *sifone*; perchè abbia luogo l'efflusso basterà dunque che l'orifizio di *uscita* sia più basso del fondo del bicchiere che si vuol vuotare.

IL TUBO DI VETRO SEMOVENTE

Si sceglie un tubo di vetro cilindrico, per esempio un tubo per becco a gas o per lampada a petrolio; s'introduce in esso un turacciolo di sughero o di gomma elastica che lo chiuda bene;

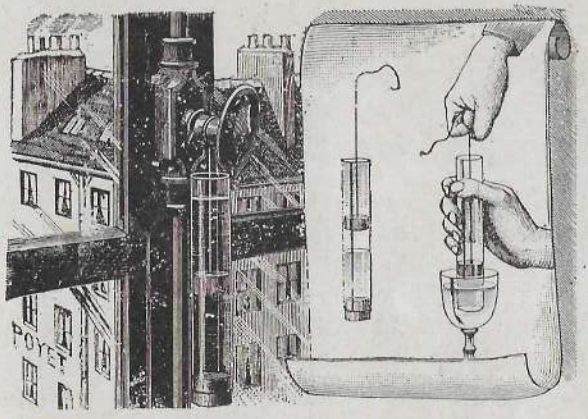


Fig. 110.

attraverso a questo turacciolo si passa uno spago; ciò fatto si fa salire l'acqua appresso al turacciolo entro al tubo come avviene nelle pompe aspiranti; il turacciolo fa l'ufficio di stantuffo. Quando il tubo è pieno a metà, si chiude la sua estremità inferiore, sempre mantenuta immersa, con un altro turacciolo che faccia buona chiusura. Si versa quindi dell'acqua sul primo turacciolo fino a due dita dall'orlo del tubo, e si appende poi il tutto ad un sostegno qualunque per mezzo dello spago già fissato al turacciolo. Finalmente si tira il tubo per la parte inferiore fino a giungere al livello dell'acqua all'orlo del tubo, e si abbandona poi a sè.

Si vedrà allora il tubo salir lentamente scivolando sul turacciolo attraversato dal filo (fig. 110).

Nel trarre in basso il tubo sino a far affiorare l'acqua all'orlo del tubo, abbiamo prodotto un vuoto tra il livello dell'acqua che trovasi nella porzione inferiore del tubo stesso ed il turacciolo attraversato dal filo. Cessando la trazione, la pressione atmosferica agendo sull'altro turacciolo che chiude il fondo del tubo, obbliga questo a salire insieme all'acqua compresa fra i due turaccioli; questo movimento ascensionale durerà fino a che l'acqua tocchi nuovamente il fondo del turacciolo rimasto fermo.

POMPA PNEUMATICA MINUSCOLA

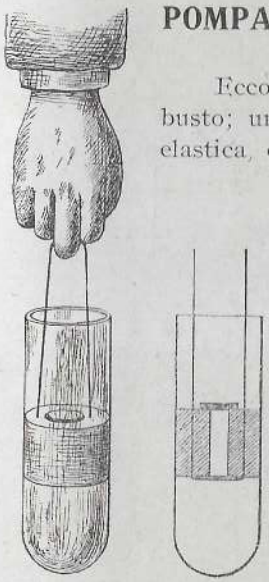


Fig. 111.

Ecco il materiale. Un tubo da saggio alquanto robusto; un turacciolo di sughero o meglio di gomma elastica, che si adatti esattamente al tubo. Nel turacciolo sarà praticato un foro secondo l'asse e sarà fissato uno spago in modo da poter esercitare trazione su di esso. Un dischetto di gomma elastica o di cuoio bagnato, alquanto più grande del foro del turacciolo. Ed ora vediamo come si possa fare nel tubo di vetro un po' di vuoto (fig. 111).

Introdurremo nel tubo il turacciolo, sino al fondo, collocheremo sull'orifizio del foro il dischetto-valvola ed eserciteremo mediante lo spago una trazione come se si trattasse di estrarre il turacciolo da una bottiglia Il disco precluderà l'accesso all'aria e perciò per far muovere il turacciolo nel tubo dovremo vincere la pressione atmosferica mentre al disotto del turacciolo la poca aria rimasta dovrà occupare un volume tanto maggiore quanto più grande sarà lo spostamento che riusciremo a far subire al turacciolo.

EH, L'ARIA PESA!

Disponete sull'orlo del tavolo un'assicella, per es. il fondo di una scatola da sigari tipo Avana, e su di essa un foglio di carta piuttosto grande. Si tratta, con un pugno bene assestato sulla sua estremità, di far cadere l'assicella (fig. 112).

L'azione del pugno essendo rapida l'aria non ha il tempo di penetrare tra la carta sollevata dall'assicella e il tavolo; si forma quindi un *vuoto* e il vostro pugno deve vincere la pressione che l'aria esercita sulla superficie della carta nella parte che non si trova più a contatto col tavolo.

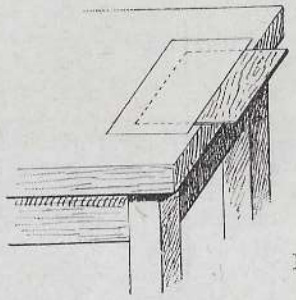


Fig. 112.

Tale pressione essendo, come sapete, di kg. 1.033 per cmq. ne segue che il vostro pugno dovrà essere poderoso per ottenere l'intento.

UN FUMATORE DAI POLMONI SOLIDI!

È meglio che ve lo presenti subito questo fumatore; esso è semplicemente un tubo da lampada da petrolio o a gas. Ecco in qual modo potrete offrirgli una sigaretta e fargliela fumare (fig. 113).

Sceglierete un turacciolo di sughero che chiuda ermeticamente un'estremità del tubo; in questo turacciolo praticherete un foro centrale nel quale si adatti esattamente una sigaretta, ed un altro più piccolo obliquo che vada da una base all'altra del turacciolo senza comunicare col primo. Chiudete questi fori con piccoli dischi di pelle di guanto fissati con una spilla, formando così due valvole delle quali quella chiudente l'orifizio centrale si aprirà verso l'interno del tubo e l'altra all'esterno. Così disposte le cose,

metterete a posto il turacciolo, munito della sigaretta accesa ed immergerete il tubo nell'acqua fino al turacciolo; allora, alzandolo, si aprirà la valvola centrale, mentre la superiore rimarrà chiusa e

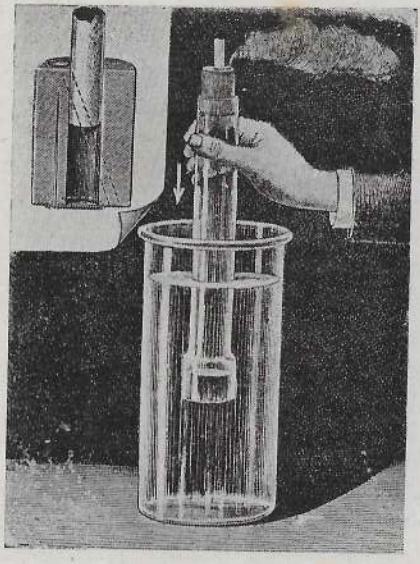


Fig. 113.

la pressione dell'aria esterna farà penetrare il fumo nel tubo; immergendolo poi si chiuderà la valvola centrale e il fumo troverà passaggio per l'orifizio libero dell'altra valvola. E così avrete conseguito l'intento.

FONTANE DI ERONE

Modello Albert. — La fig. 114 non richiede molte spiegazioni. Una bottiglia a due tubulature è collocata a terra, un'altra sul tavolo; si versa acqua nell'imbuto; la conseguente pressione dell'aria nelle due bottiglie darà luogo al getto, che — con opportuna inclinazione del tubo di scarico — ricadrà nell'imbuto.

Modello Morin. — È simile al precedente, con la sostituzione di tubi di gomma a quelli lunghi di vetro (fig. 115).

Modello Brunel. — Sopra un'assicella si attaccano con spaghi tre tubi da lampada a petrolio collegati con tubi di gomma, nel modo indicato in fig. 116.

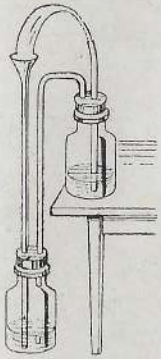


Fig. 114.

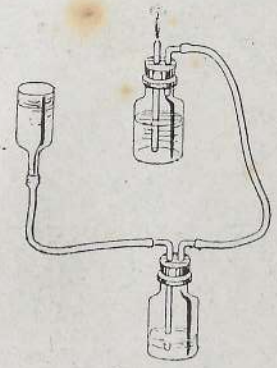


Fig. 115.

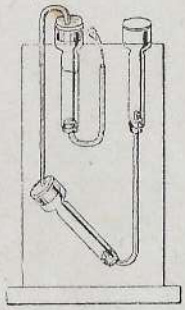


Fig. 116.

LA FONTANA NEL VUOTO

Intruduciamo dell'acqua in una bottiglia, fino a tre quarti circa, e chiudiamo la bottiglia con un buon turacciolo attraversato da una paglietta o stelo d'erba molto sottile, avendo cura che l'otturazione sia *ermetica*, cioè non permetta il passaggio dell'aria nè fra la bottiglia e il turacciolo, nè fra questo e la paglia; questa dovrà arrivare fin quasi sul fondo della bottiglia (fig. 117). Vediamo ora che cosa avverrebbe d'una bottiglia così preparata portandola da un ambiente in altro, dove la pressione fosse minore, come ad esempio sotto la campana della macchina pneumatica. Avverrebbe questo: l'aria contenuta nella bottiglia, per la sua forza elastica tenderebbe a ridursi ad una pressione uguale a quella dell'ambiente esterno col quale è in comunicazione mediante la paglia: ma tale espansione non potendo aver luogo senza spostare una corrispondente porzione dell'acqua, questa verrebbe per conseguenza cacciata in forma di zampillo per il tramite della paglia.

Per ottenere tale effetto non abbiamo però bisogno di macchina pneumatica. Poseremo semplicemente la nostra bottiglia su della carta bibula, in un piatto. Poi faremo scaldare alquanto

l'interno d'un alberello di vetro, in modo da rarefare l'aria in esso contenuta. Lo metteremo rapidamente, capovolto, sopra la

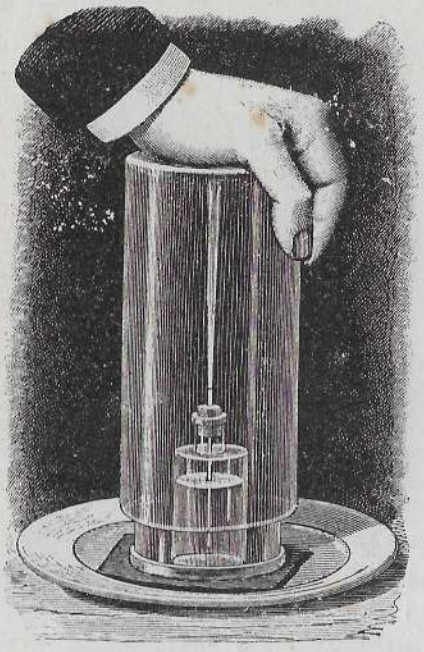


Fig. 117.

bottiglia premendo sulla carta bibula. Avremo così formato attorno alla bottiglia quell'ambiente a debole pressione che è necessario alla produzione dello zampillo.

L'UOVO SODO NELLA BOTTIGLIA A COLLO STRETTO

Si può far penetrare un uovo sodo, spogliato del guscio, in una bottiglia a collo più stretto del suo diametro trasverso, nel modo seguente (fig. 118).

S'introduce nella bottiglia della carta pieghettata, in modo che ne riesca facile l'accensione, la quale si determina gettando nella bottiglia un cerino acceso.

Appena la carta è bruciata quasi completamente, si pone l'uovo sul collo della bottiglia, con la parte più stretta in basso, facendolo aderire esattamente all'orlo *bagnato*. A poco a poco esso penetra nel collo e poi ad un tratto cade nella bottiglia.

La combustione della carta, scaldando l'aria nella bottiglia, ne ha fatto uscire una parte per effetto della dilatazione; raffreddan-

Fig. 118.

dosi la massa d'aria rinchiusa nella bottiglia, senza che possa penetrarvene altra, per esserne l'orifizio otturato dall'uovo, la pressione diviene in essa inferiore a quella dell'aria esterna: questa perciò tende ad entrare spingendo verso l'interno l'ostacolo che ad essa si oppone, cioè l'uovo, che per la sua flessibilità si allunga, cede, e finisce col passare attraverso al collo.

L'ESPERIENZA DI OTTONE DI GUERICHE

La famosa esperienza di Ottone di Guericke, detta degli « *emisferi di Magdeburgo* », si può riprodurre con due bicchieri nel modo seguente (fig. 119): Si mette in uno un pezzetto di candela ac-

cesa lasciandovela alcuni minuti, per dar tempo all'aria di scaldarsi; poi si sovrappone al bicchiere un foglio di carta umida e su questo un altro bicchiere uguale al primo, capovolto; sollevando

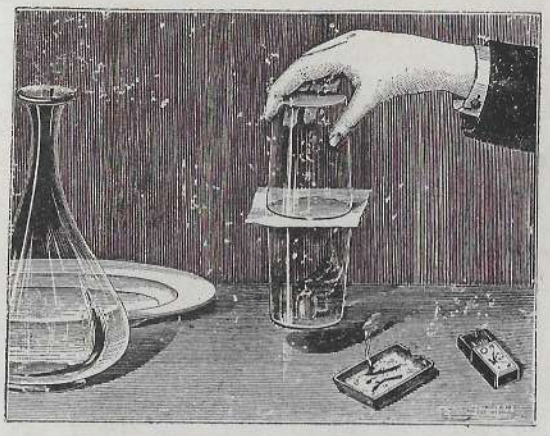


Fig. 119.

questo bicchiere si solleverà pure l'altro al quale la pressione atmosferica lo farà aderire. Questa esperienza è basata sullo stesso principio della precedente.

UN PENDOLO MAL SICURO

Se si riempie un bicchiere d'acqua e si posa su di esso un foglio di carta consistente (fig. 120) si osserva che questa aderisce all'acqua e all'orlo del bicchiere in modo che si trova resistenza nello staccarnela: occorre però aver cura che non restino bolle d'aria tra la carta e l'acqua. Si potrà pure capovolgere rapidamente il bicchiere senza che ne esca l'acqua. Il bicchiere così preparato potrà essere trasformato in un pendolo facendo attraversare il cartoncino da un filo e otturando il foro con un po' di cera affinchè non penetri aria per esso. Si sospende poi il filo e si fa oscillare. Come già si disse occorre una certa cura nel fare questo esperimento e fino a che non siasi acquistata la pratica necessaria sarà prudente far uso di bicchieri di metallo o d'altra materia

non fragile. L'aderenza tra la carta e l'orlo del bicchiere sarà poi maggiore se si avrà cura di spalmare questo con un poco di sego.

Perchè la carta potesse staccarsi dall'acqua e dal bicchiere occorrerebbe che potesse penetrarvi sotto l'aria, ma ciò non può

Fig. 120.

avvenire ammenochè non vi sia già interposta dell'aria od esista qualche apertura accidentale (foro, rottura, ecc.). Se la carta potesse staccarsi dall'acqua senza che vi penetrasse dell'aria, si formerebbe evidentemente tra le due superfici un *vuoto*, al che si oppongono la pressione atmosferica e la flessibilità della carta.

IL RAVANELLO PNEUMATICO

Tutti conoscono quei dischetti di gomma elastica che applicati umidi e con forza sui vetri vi aderiscono energicamente sì da poter sostenere pesi.

Possiamo ottenere lo stesso effetto con un semplice ravanello o simile radice.

Si taglia il ravanello come si vede nella fig. 121 e col coltello se ne rende la sezione alquanto concava. Basta allora comprimerlo contro un piatto per potere poi con esso sollevare il piatto

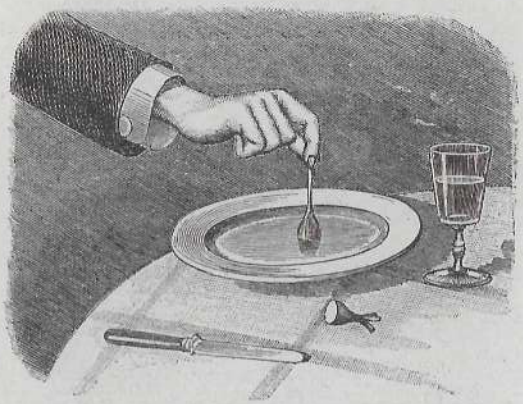


Fig. 121.

medesimo. La compressione ha scacciato l'aria e quando questa tende a rientrare fra il piatto ed il ravanello, trova sufficiente ostacolo nell'umidità di questo. Si forma un vuoto fra i due corpi e la pressione atmosferica ne determina l'aderenza, come avviene in una ventosa, nei tentacoli dei polpi, ecc.

IL MONDO A ROVESCIO

Si costruisca un imbutino della forma indicata nella fig. 122 che è quella d'una piccola trombetta da bambini, e si prenda una pallottola molto leggera, proporzionata all'ampiezza dell'imbuto; una noce di galla, od una pallina di celluloide o di legno leggero sono adattissime. Si avvicini la pallottola all'imbuto; si tratta di farvela aderire.... *soffiando* nell'imbuto stesso. Se infatti si *aspira* l'aria, come sembrerebbe naturale di dover fare, la pallottola cade; essa aderisce invece benissimo soffiando nell'imbuto con *forza*.

Il fenomeno è dovuto ad una specie di vuoto che si forma tra la pallina e l'imbuto per la rapidità della corrente d'aria che

Fig. 122.

sfugge lateralmente intorno alla pallina. Aspirando, il vuoto tende a formarsi dal lato esterno della pallina che perciò cade.

IL TURACCIOLO INDOCILE

Si tratta di far entrare in una bottiglia un turacciolo di diametro minore di quello del collo della bottiglia stessa, semplicemente col soffiarvi sopra. Chi si accinga a far questa operazione così semplice in apparenza (fig. 123) sarà assai sorpreso di constatare come soffiando, sia con forza sia debolmente, non si riesca nell'intento e come anzi nel primo caso il turacciolo venga proiettato fuori della bottiglia. Occorre che la bottiglia sia sempre ben *secca*, affinchè il turacciolo non trovi resistenza all'entrare a causa dell'umidità.

Perchè il turacciolo viene spinto fuori quando si soffia forte su di esso? Questo suo moto è dovuto ad una *causa* cioè ad una

forza; come si è prodotta questa forza nell'interno della bottiglia? Ecco: col nostro soffio è entrata nella bottiglia una quantità d'aria che si è aggiunta a quella che vi preesisteva, producendovi così un aumento di pressione. L'aria momentaneamente compressa tende tosto ad espandersi ed esercita perciò una spinta sul turacciolo proiettando al difuori.

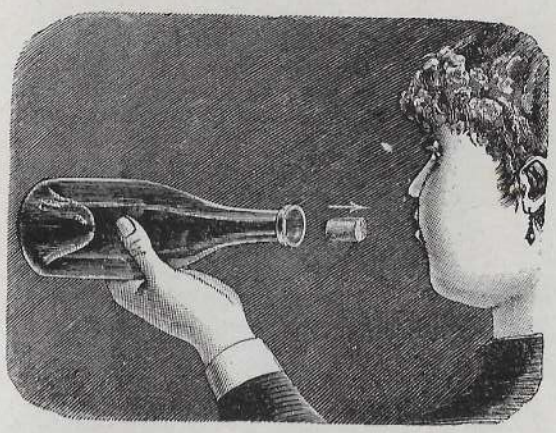


Fig. 123.

Ciò premesso, ecco come si riuscirà a far penetrare il turacciolo nella bottiglia: 1° Aspirando l'aria dalla bottiglia; si applica la bocca sul collo di essa, lasciando il turacciolo nel collo e si aspira alquanta aria, appena si distacca la bocca l'aria esterna tende a penetrare entro la bottiglia nella quale abbiamo prodotto una diminuzione di pressione, e vi spinge il turacciolo. — 2° Invece di produrre del vuoto mediante l'aspirazione dell'aria, possiamo produrlo scaldandola sì che ne esca una parte. — 3° Finalmente si può anche riuscire soffiando *nel centro del turacciolo* mediante un tubetto qualunque (paglia, carta, ecc.).

IMPOSSIBILE !?....

Spegnere una candela posta dietro ad una bottiglia, soffiando sulla bottiglia! Davvero che più d'uno sarà tentato di dire che è impossibile! Provate nondimeno e.... dimostrerete che la cosa

è possibilissima; basterà che vi poniate a soffiare contro la bottiglia a circa 20 centimetri di distanza, e che la candela sia posta dietro la bottiglia press'a poco alla medesima distanza (fig. 124).

La spiegazione del fatto è facile. La colonna d'aria spinta con la bocca contro la bottiglia si divide in due zone che per la forma

Fig. 124.

stessa della bottiglia sono condotte a riunirsi agendo sulla fiamma della candela con forza poco minore della primitiva. Non altrimenti accade dell'acqua d'un fiume nel suo urto contro le pile d'un ponte. Anche l'acqua spostata da una nave va raccogliendosi verso poppa dove agisce sul timone; in questo caso non si tratta di *corrente* di fluido, ma di semplice *spostamento*.

LA CANDELA E L'IMBUTO

Proponete ad una persona di spegnere una candela soffiando in un imbuto, a modo di tromba, cioè dal lato minore. Il suo primo movimento sarà di mettersi bene nella direzione della fiamma e

di soffiare a tutta forza.... Ma la fiamma non oscillerà neppure! E vani saranno gli sforzi della vostra vittima, se diretti nello stesso senso (fig. 125).

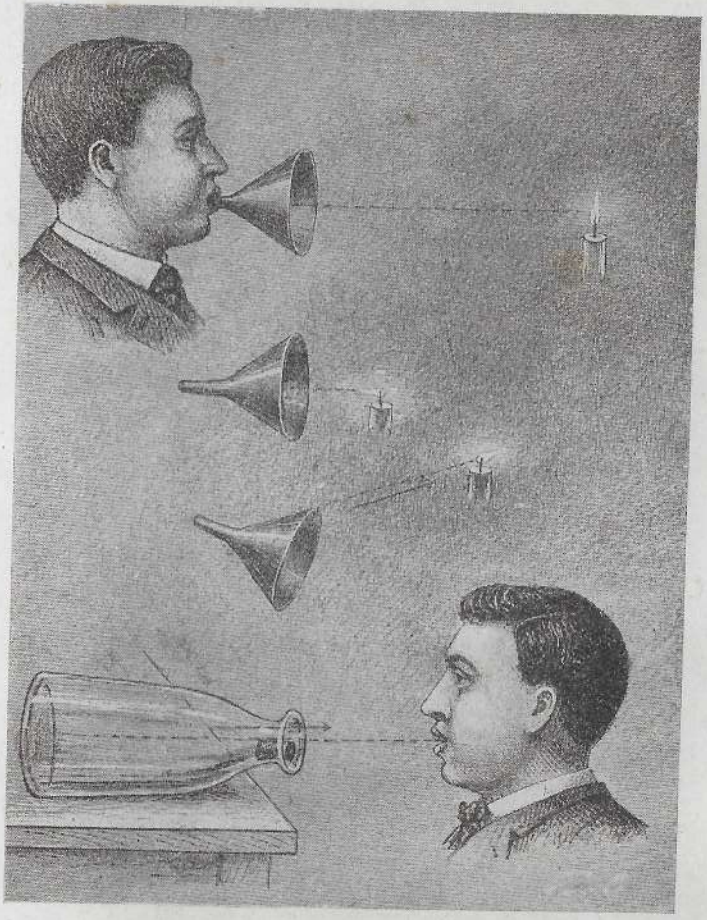


Fig 125.

Voi prendete allora l'imbuto e.... di primo acchito spegnete la candela!

Occorre che l'imbuto sia disposto obliquamente rispetto alla fiamma; l'aria insufflata, infatti, scivola lungo le pareti coniche,

mentre al centro dell'imbuto si formano dei risucchi con un leggerissimo richiamo d'aria. Occorre dunque disporre l'imbuto in modo che la corrente che segue le pareti possa incontrare la fiamma, anzichè seguire il primo impulso, come generalmente avviene.

Con la prima disposizione indicata in figura non si riuscirà mai a spegnere la candela, sia pure davvicino, chè — anzi — avvicinando troppo l'imbuto alla fiamma, come vedesi in basso, questa sarà *attirata* verso l'imbuto!.....

Si potrà mettere in evidenza il movimento turbinante dell'aria servendosi d'un imbuto di vetro e insufflandovi un po' di fumo di tabacco.

CONDUCIBILITÀ DEI METALLI PEL CALORE

Fig. 126.

Si prenda una palla di metallo (rame, ottone, ferro, ghisa, ecc.) di 7 ad 8 cm. di diametro (adattissime quelle che ornano i guardamani delle scale), e la si inviluppi di mussolina o di fina tela

batista. Vi si ponga sopra un carbone incandescente appena tolto dal fuoco e si soffi su di esso; lo si vedrà continuare ad ardere senza che ne resti danneggiata la tela (fig. 126).

Si può anche fare questo esperimento nel modo seguente. Si avviluppa con un fazzoletto finissimo un becco a gas, *metallico*. Si apre il robinetto e si accende il gas; esso brucerà al disopra del fazzoletto senza deteriorarlo. Per riuscire è necessario che il

Fig. 127.

fazzoletto aderisca perfettamente e non faccia alcuna piega sul becco metallico, sarà anzi buona precauzione il fissarlo con un filo di rame come è indicato nella fig. 127. È superfluo l'osservare che sarà bene garantirsi contro i pericoli di possibili insuccessi dovuti a poca perizia servendosi di tela fuori uso.

Il metallo, eccellente conduttore del calore, e dotato in pari tempo di una grande capacità calorifica, assorbe quasi tutto il calore sviluppato dal corpo incandescente nella parte che gli è a contatto, per cui la temperatura del fazzoletto non si innalza tanto da sciuparlo.

UNA SCOMMESSA A COLPO SICURO

La scommessa si può formulare in questi termini: io accenderò la mia sigaretta con un biglietto di banca, p. es., da 100 lire.

Siccome la scommessa non sarà che di dieci lire — mettiamo pure — essa verrà facilmente accettata. Preparata dunque la vostra sigaretta fra i denti vi farete portare un bicchierino di cognac — poniamo che vi troviate in un caffè — e vi immergerete una estremità del biglietto di banca alquanto ripiegato in lunghezza. Acceso un fiammifero, accenderete a sua volta l'alcool del quale il biglietto sarà imbevuto, e subito dopo la sigaretta.... ma non prolungate troppo l'esperimento. La fiamma avrebbe il tempo di comunicarsi al biglietto e perdereste 100 + 10 = 110 lirette, oltre l'onore di scommettitore.

Sarà bene che facciate — a casa — un po' di tirocinio, anche per non esporvi a scottarvi la punta delle dita — il che sarebbe il colmo del malanno! E le prove — beninteso — le farete con della semplice carta.... non monetata. Del resto, si tratta di cosa tutt'altro che difficile, che non richiede neppure grande destrezza.

ACCENSIONE D'UN FIAMMIFERO SVEDESE SU UNA LASTRA DI VETRO LISCIO

La pasta dei fiammiferi svedesi è composta di clorato di potassa, solfuro d'antimonio e gomma. Se si sfrega fortemente il fiammifero su di un vetro liscio, essendo il vetro cattivo conduttore del calorico, tutto il calore prodotto dallo sfregamento si accumulerà in un sol punto e la temperatura si innalzerà abbastanza da produrre l'accensione.

Lo stesso fenomeno non potrebbe prodursi su di un corpo rugoso perchè la maggior parte del lavoro è in questo caso consumata a disaggregare la capocchia del fiammifero; del pari, sfregando su di una superficie metallica, sia pure liscia, non si ottiene l'accensione a motivo della conducibilità del metallo che non permette un innalzamento sufficiente di temperatura nel punto di contatto.

COME SI TAGLIA IL VETRO SENZA TOCCARLO

La domestica ha rotto una bottiglia, ma come per lo più accade, ne ha rotto solamente la parte superiore; come utilizzarla ancora? Se si potessero sopprimere tutte quelle terribili punte, potrebbe servire come un bicchiere da cucina (imparate a non essere sprecconi!); ma come tagliarle? Con la lima non si riuscirebbe, nè tampoco col diamante. Ecco un mezzo semplicissimo.... se non economico (a proposito di spreco!) che vince tutte le difficoltà (fig. 128).

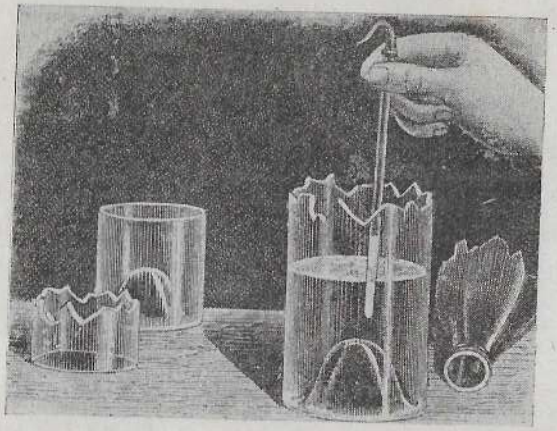


Fig. 128.

Riempite di olio la bottiglia rotta, fino al punto nel quale volete tagliarla, indi immergete rapidamente nell'olio una sbarra di ferro arroventata; sentirete tosto un rumore secco e troverete la bottiglia tagliata precisamente secondo la linea del livello dell'olio; naturalmente avrete avuto cura di posare la bottiglia su di un piano ben orizzontale.

E il perchè della rottura? Eccolo. Noi, coll'immersione del ferro rovente nell'olio abbiamo innalzato *repentinamente* la temperatura di questo liquido, il quale essendo buon conduttore, ha subito comunicato una parte del proprio calore alle pareti della bottiglia; ma la parte di queste pareti al disopra del livello dell'olio non ha potuto portare abbastanza rapidamente la sua temperatura allo

stesso grado di quella della parte sottostante perchè il vetro è un pessimo conduttore; gli è come dire che mentre la parte inferiore si *dilatava*, la parte superiore non subiva dilatazione, d'onde la rottura.

ACQUA CALDA SENZA FUOCO

Mettete della calce viva a pezzetti in un recipiente qualsiasi e disponete in mezzo ad essa un bicchiere, preferibilmente di metallo, pieno d'acqua. Indi inumidite la calce che, come sapete, è *ossido* del metallo *calcio* ottenuto scomponendo col calore un calcare cioè una pietra da calce costituita prevalentemente da *carbonato* di calcio, in modo da eliminare il carbonio sotto forma di gas carbonico. La calce è avidissima d'acqua con la quale forma l'*idrato* di calcio sviluppando nella reazione notevole quantità di calore, una parte del quale servirà a scaldare la vostra acqua nel bicchiere, sicchè potrete dire d'averla scaldata senza fuoco e, fino ad un certo punto potrete perfino dire d'averla scaldata.... con acqua fredda.

DIMOSTRAZIONE DELLA DILATAZIONE LINEARE DEI SOLIDI

La dimostrazione della dilatazione dei solidi per effetto del calore può farsi nel seguente modo semplicissimo (fig. 129).

Si fa passare attraverso ad un disco tagliato in un turacciolo, una sbarretta metallica (quelle da tende per vetri servono benissimo). Si fa poggiare questo giogo di bilancia su due spille, passate attraverso al disco di sughero, da ambo i lati della sbarretta, sostenute da un bicchiere capovolto. Si rende l'equilibrio stabile fissando a ciascun estremo della sbarretta un turacciolo nel quale si piantano chiodetti che servono ad abbassare il centro di gravità del sistema e nello stesso tempo permettono di regolare le forze agenti sui due bracci della leva, sì da farla stare in posizione orizzontale. La bilancia così disposta è sensibilissima. Scaldando ora uno dei bracci di essa, il calore farà *dilatare* cioè principalmente *allungare* la sbarra da quel lato; l'equilibrio allora non sarà più possibile e vedremo la bilancia inclinarsi dal lato riscaldato, ma-

nifestando in tal modo quel piccolissimo allungamento che sarebbe impossibile percepire coll'occhio ed assai difficile *misurare* con esattezza.

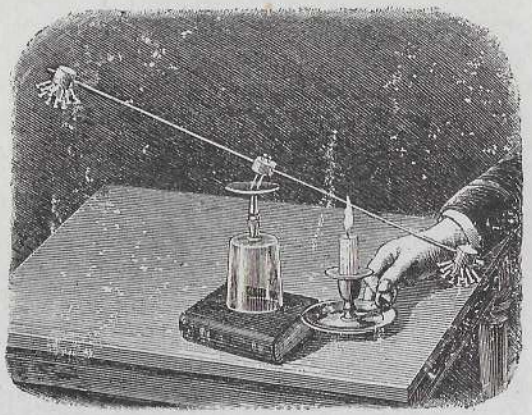


Fig. 129.

IL CALORE MUSICISTA (1)

Su due laminette di piombo, separate da un intervallo di circa 6 millimetri e strette in una morsa, poniamo in equilibrio in di-

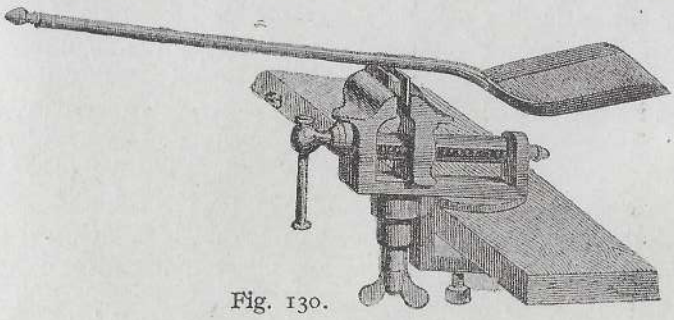


Fig. 130.

rezione trasversale una sbarra di rame, ovvero anche una paletta come mostra la fig. 130. Se si fa oscillare la paletta e poi la si la-

(1) Dal *Trattato di fisica* del Prof. O. Murani, vol. I. Ed. Hoepli.

scia a sè medesima, essa si ferma subito; ma se sarà sollecitata da una forza emanante dal medesimo piombo ogni volta che venga a contatto con esso, le sue oscillazioni potranno continuare, come vedremo. Ora questa forza di sollevamento si realizza quando la sbarra è stata precedentemente riscaldata: a ciascun contatto col piombo, essa comunica a questo una parte del suo calore, e il piombo dilatandosi determina un sollevamento subitaneo della sbarra; ne risulta una oscillazione a dritta e a sinistra, che continuerà finchè la sbarra sarà abbastanza calda.

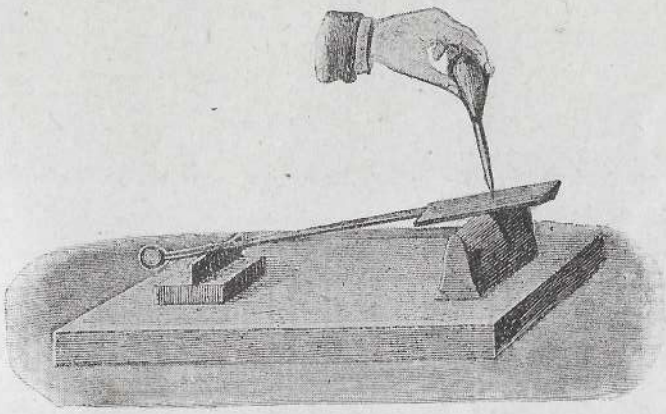


Fig. 131.

In queste oscillazioni la paletta urta il piombo relativamente a lunghi intervalli; ma si può sperimentare con un pezzo metallico di forma diversa, che vibri non solo con maggiore energia, ma con tanta rapidità da produrre un suono. L'esperienza si realizza come insegna la fig. 131, dove si vede una piccola paletta, previamente riscaldata, che si appoggia a due pezzi di piombo con i margini di una stretta scanalatura che essa ha nel senso della lunghezza: la paletta assume un moto oscillatorio a destra e sinistra della scanalatura suddetta, e, premendo su di essa, il suono sale d'altezza; talora lievi differenze di pressione producono notevoli variazioni di altezza. Questo curioso apparecchio è del Trevelyan.

LA VOCE DELL'ARIA

Si taglia un disco di tela metallica abbastanza fitta, in modo che entri a sfregamento duro in un tubo da lampada a petrolio

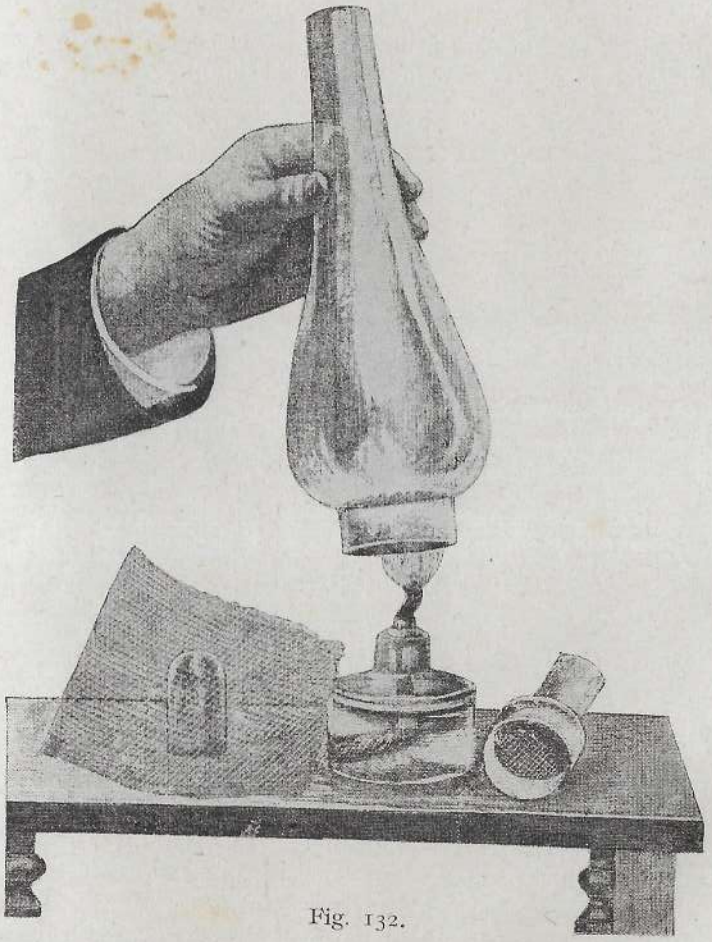


Fig. 132.

fig. 132 e lo si spinge fino al punto dove comincia la rigonfiatura del tubo. Si scalda allora tale disco con una lampada ad alcool fino ad arroventarlo. Allontanando poscia il tubo dalla lampada e tenendolo

in posizione quasi verticale, si produrrà in esso un suono forte ed assai prolungato.

Tale fenomeno è dovuto al rapido passaggio dell'aria fredda attraverso alle maglie della reticella, per sostituire quella calda contenuta nel tubo, sopra la reticella, la quale essendo calda e quindi più leggera tende a salire nel tubo stesso. Naturalmente se si pone il tubo in posizione orizzontale il rumore cessa perchè non vi ha più luogo corrente di sorta.

FIAMME VIRTUOSE

Non si tratta di virtù, ma di virtuosità.... il che non è precisamente lo stesso, tanto più trattandosi di fiamme. Abbiasi dunque un becco a gas munito d'un tubo d'efflusso in rame affilato, così da avere una fiammella sottile sottile, che regoleremo col rubinetto in modo da non eccedere la lunghezza di un centimetro. S'introduce questa fiamma in un tubo di vetro lungo circa 30 cm. e del diametro interno di 15 mm. circa. Riuscirà facile trovare una posizione della fiamma nel tubo, a poca distanza dal suo orifizio inferiore, tale, che un menomo spostamento del tubo nel senso verticale la renda muta ovvero cantante.

Supponiamola muta; si potrà riuscire per tentativi, ad emettere colla voce una nota *adatta* al tubo il quale allora, e allora soltanto, riprodurrà la medesima nota fino all'estinzione della fiamma. Tacendo, tacerà pure il tubo; sia pure ad una certa distanza si avrà lo stesso effetto.

Evidentemente la voce ha determinato nell'aria certe oscillazioni che si sono riprodotte quando hanno trovato nel tubo condizioni a ciò favorevoli.

LA CIRCOLAZIONE DELL'ARIA

È di grandissima importanza la circolazione dell'aria in tutti gli ambienti nei quali debba prodursi una combustione, sia che si tratti di quella lenta che si chiama *respirazione* degli animali, o di quella ben più energica che ha luogo nella fiamma d'un combustibile qualsiasi.

Questo semplicissimo esperimento può dare un'idea dell'influenza che la circolazione dell'aria può avere sulla combustione di una candela. Poniamo sul tavolo un pezzetto di candela accesa (fig. 133) e posiamo su di esso un tubo da lampada a petrolio, di quelli *a ventre*. In breve la candela avrà consumato l'ossigeno dell'aria contenuta nel tubo e si spegnerà. Se invece collochiamo sul tubo un filo di ferro sul quale appendiamo una carta

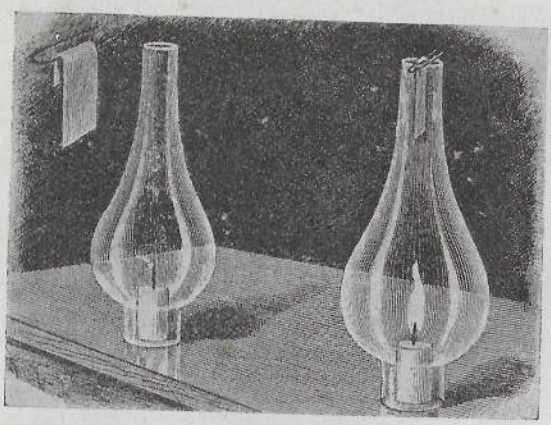


Fig. 133.

da visita piegata, basterà questo diaframma per determinare due correnti una discendente d'aria fredda che andrà ad alimentare la fiamma e l'altra costituita dai prodotti della combustione che tenderanno ad alzarsi per la proria leggerezza, e in tal modo la fiamma continuerà ad ardere vivamente.

Lo stesso risultato si sarebbe ottenuto sollevando alquanto il tubo, sì da permettere all'aria di penetrare per disotto nel suo interno come appunto si fa nelle lampade sia a gas che a petrolio; ma col diaframma in alto l'esperienza riesce più evidente. Tenendo il tubo immerso nell'acqua si potrà garantirsi meglio contro l'entrata dell'aria dal basso nel tubo.

FAR BOLLIRE L'ACQUA NELLA CARTA

Con filo di ferro grosso si foggia un'elica terminata con un anello. Su questo si posa una piccola coppa di carta forte o cartoncino ottenuta con un disco di circa 15 cm. di diametro. Si

riempie la coppa d'acqua in modo che il livello di questa sia alquanto più alto dell'anello di sostegno (fig. 134).

Si avvolge l'elica su di una candela che si accende; si regola poi la distanza fra la coppa e la fiamma in modo che la coppa sia ap-

Fig. 134.

pena lambita dalla punta della fiamma. Si fissa l'elica in questa posizione con una spilla conficcata nella candela.

Dopo qualche tempo l'acqua entrerà in ebollizione senza che la carta siasi abbruciata, il calore che ne avrebbe determinato la combustione essendo stato gradualmente assorvito dall'acqua per trasformarsi in vapore.

GHIACCIO UN PO' CARETTO

I. — Sì, un po' caretto perchè, oltre l'incomodo e la perdita di tempo (che lascio a voi di valutare in ragione d'un *tanto* al giorno, per giornata di 8 ore scarse), vi costerà parecchi soldoni d'etere metilico ogni quattro o cinque grammi. Ma potete rifarvi ad es. con qualche scommessa contro degli increduli o, semplicemente, con la soddisfazione della curiosità appagata e della verità scientifica acquisita, il che non è dir poco.

Cominciate dunque col praticare una fossetta in un pezzo di legno adatto (fig. 135), nella quale collocherete un comune ditale

di metallo, sostenendolo ritto con altri pezzi di legno o come meglio vi tornerà. Riempite per tre quarti d'etere il ditale e versate nella fossetta un pochino d'acqua. Si tratta ora di favorire, senza l'aiuto del fuoco, l'evaporazione dell'etere in modo che il calore necessario alla sua trasformazione in vapore, che esso dovrà necessariamente provvedersi a spese dei corpi circostanti e cioè del ditale prima, e dell'acqua a contatto di esso poi, abbia a determinare la congelazione di questa. Si favorirà l'evaporazione del-

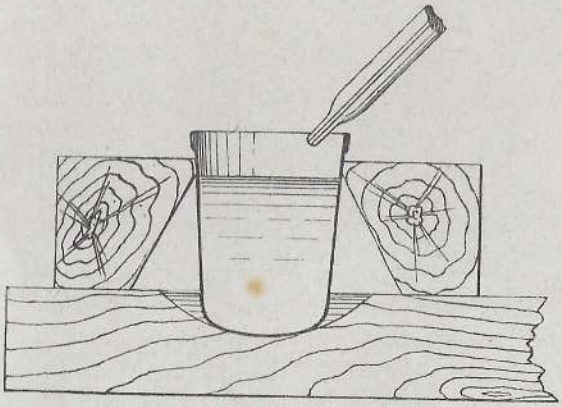


Fig. 135.

l'etere rinnovando rapidamente l'aria che gli sovrasta, mediante una potente insufflazione alla sua superficie prodotta mediante un tubetto affilato o con un insufflatore da profumerie o simile.

Con un po' di pazienza riuscirete a far rimanere saldato il ditale all'assicella mediante il ghiaccio formatosi nella fossetta.

II. — Si può ottenere lo stesso effetto in quest'altro modo:

Si versano circa 2 cmc. d'acqua in un piccolo tubo da saggio e si pone questo in un bicchiere contenente etere solforico; s'insuffla in questo liquido un forte getto d'aria con un soffietto o con un tubo affilato e in breve si otterrà la congelazione della piccola massa d'acqua.

GHIACCIO CHE MESSO A DURA PROVA SE LA CAVA CON ONORE

In questo caso la *dura prova* è proprio quella del fuoco. Prepariamo un pezzetto di rete metallica sottile, di diametro alquanto maggiore di quello d'un tubo da saggio comune fig. 136. Introduciamo in questo alcuni pezzetti di ghiaccio, disponiamo su questi, spingendola entro il tubo, la tela metallica; indi versiamovi del-

Fig. 136.

l'acqua fin quasi a riempire il saggiolo e scaldiamo con lampada ad alcool il tubo nella sua parte superiore, tenendolo alquanto inclinato. Si potrà, operando senza scuotimenti, riuscire a portar l'acqua all'ebollizione nella parte superiore del tubo senza che per ciò il ghiaccio abbia a fondersi nel fondo del saggiolo, perchè la debole conducibilità dell' acqua non le permette di *portare* al ghiaccio il calore necessario alla sua fusione.

UN TAGLIO.... CHE NON TAGLIA

Disponete un bel pezzo di ghiaccio nel modo indicato dalla figura 137, e disponete attorno ad esso un anello di filferro sottile, gravato d'un forte peso. Otterrete questo, che a poco a poco il filo di ferro s'internerà nel ghiaccio e finirà coll'attraversarlo; ma intanto le due pareti della sezione si saranno andate risaldando per il fenomeno detto *rigelo*, cosicchè il pezzo di ghiaccio rimarrà intiero.

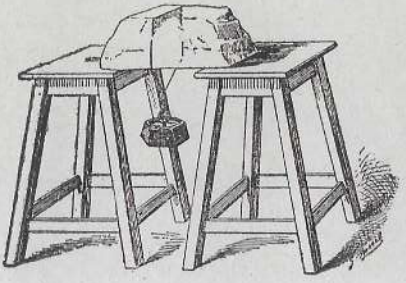


Fig. 137.

Si può ottenere che dei pezzettini di ghiaccio si risaldino formando una lastra unita, comprimendoli fortemente, in una morsa, in istrato di uno a due cent., fra due assicelle.

In modo analogo si può trasformare del ghiaccio pesto, in un cilindro di ghiaccio compatto, comprimendolo col martello entro un tubo fra due cilindri di legno.

EBOLLIZIONE

Abbiansi due fiaschi uguali, che si potranno chiudere con uno stesso turacciolo, abbastanza lungo, forato per dar passaggio ad un tubo di vetro ricurvo nel modo indicato nella fig. 138.

Volendo usare un tubo di gomma elastica anzichè di vetro si potrà fargli conservare la forma ricurva introducendovi in modo conveniente un filo di ferro ricurvo. Disponete i fiaschi nel modo indicato in figura e facendo bollire l'acqua contenuta nel fiasco di destra il vapore sviluppatosi scaccerà tutta l'aria, non solo da

esso, ma anche dall'altro fiasco. Con le dovute precauzioni per evitare una rottura dovuta al repentino passaggio dalla temperatura di 100° a quella dell'acqua fredda, s'immergerà poi il fiasco *B* in un recipiente d'acqua fredda dopo averlo chiuso (fig. 139).

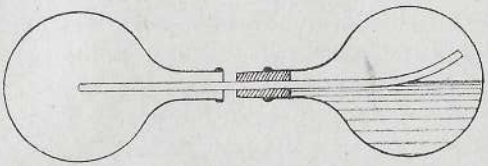


Fig. 138.

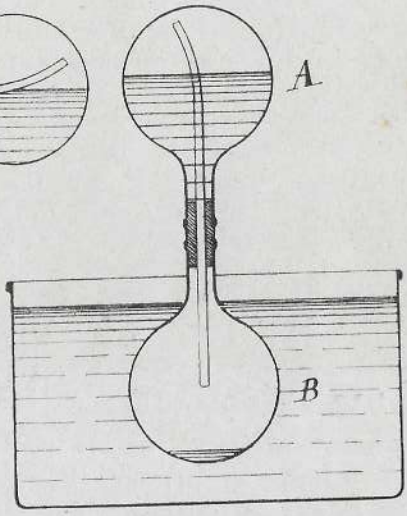


Fig. 139.

Il vapore contenuto in *B* si condenserà rapidamente e determinerà pure la condensazione del vapore contenuto in *A* provocando così una nuova ebollizione dell'acqua contenuta nel fiasco *A* per la diminuita pressione, conseguenza della condensazione del vapore. Questo esperimento permette di seguire lo sviluppo del vapore meglio di quanto lo conceda l'esperimento precedente, del quale non è, del resto, che una ripetizione modificata.

IL TROPPO STORPIA

A tutta prima potrà sembrare assurdo che, mentre è possibile far bollire dell'acqua in un recipiente scaldato a 150° per esempio, la cosa non sia più possibile in un recipiente scaldato a 600°. Eppure ciò è tanto vero.... che non avete che a farne l'esperienza. Ed ecco come potete fare. Prendete un piattellino metallico, preferibilmente di rame, oppure una lamina di questo metallo, che foggerete a piattello con facilità. La parete interna dovrà essere liscia, lucida. Scaldate poi a spirito, o in altro modo, fino al calor *rosso* che corrisponde a circa 600°, sostenendo opportunamente il piattello (fig. 140). Con un contagocce o semplicemente con un

cucchiaio verserete allora con precauzione *due o tre gocce* d'acqua fredda entro al piattello. Ebbene, essa invece di trasformarsi tosto in vapore rimarrà sotto forma di goccia depressa, cioè di cipolla appiattita, d'onde il nome di stato sferoidale che si dà a questo stato particolare dei liquidi. Non sempre però la forma della piccola massa d'acqua è quella indicata; talora essa è variamente contornata e spesso assume un movimento lento, torno torno per il piatto.

La spiegazione del fenomeno sta in questo: il calore è tanto grande che una parte dell'acqua viene evaporata prima che l'intera massa di essa possa venire a contatto col metallo infocato; tale strato di vapore rimane come un cuscinetto fra il piattello e

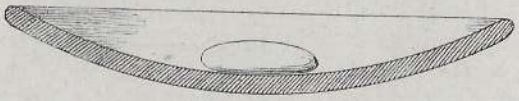


Fig. 140.

l'acqua, ed essendo il vapore cattivissimo conduttore del calorico non permette che il calore del piattello, benchè in eccesso, possa trasmettersi all'acqua se non lentamente, così che questa si vaporizza lentamente. I movimenti dell'acqua nel piattello si spiegano con leggere ineguaglianze di tensione del vapore nei varii punti della superficie di esso. Quanto alla sua forma non è altro che quella che siamo soliti ad osservare nei liquidi che non bagnano la superficie con la quale vengono a contatto, il mercurio ad esempio nonchè il piombo, lo stagno fusi; l'acqua stessa che si faccia cadere in grosse gocce su di una superficie polverosa (licopodio) o sopra una stoffa (panno o lana) assume appunto la forma sferoidale cioè di sfera appiattita dovuta alla sua tensione superficiale ed al suo peso.

LA GIOSTRA A VAPORE

La nostra fig. 141 spiega meglio delle parole come funzioni questo piccolo apparecchio a vapore. Si tratta di un sistema di due forchette piantate in un turacciolo nel quale è conficcata una spilla che poggia su di una moneta posta sulla bocca d'una bot-

tiglia. Fin qui nulla di nuovo. (V. esperienze varie sull'equilibrio a pag. 13 e seguenti). A ciascuna forchetta si appende, con un po' di filferro ricotto, un uovo dal quale si sarà estratto tutto il contenuto per un forellino ad un'estremità, e che si sarà poi riempito a metà d'acqua; si riesce a farvi penetrare l'acqua scaldandolo alquanto ed immergendolo prontamente nell'acqua fredda in fondo ad un recipiente d'una certa altezza. Al disotto di ciascun uovo, in apposito anello di filferro si colloca un ditale da cucire con un po'

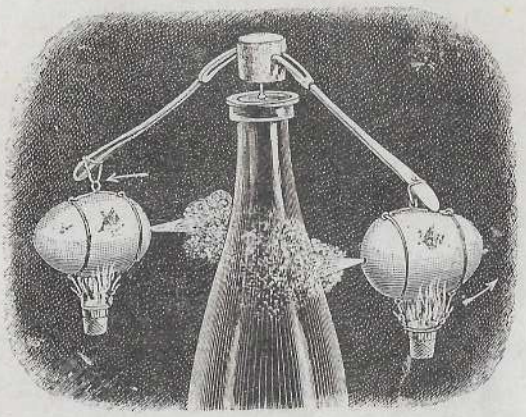


Fig. 141.

di ovatta imbevuta di spirito e vi si dà il fuoco. L'acqua portata all'ebollizione svolgerà vapore il quale sfuggirà per i forellini e reagendo sull'aria circostante produrrà la rotazione dell'apparecchio; naturalmente occorre che i forellini delle due uova siano disposti nel senso giusto uno rispetto all'altro, affinchè il movimento sia dovuto alla *somma* delle loro azioni anzichè alla differenza, nel qual caso sarebbe poco sensibile.

UN EMBRIONALE MOTORE A VAPORE DI ERONE

La caldaia sarà costituita da un uovo che vuoteremo mediante due forellini (fig. 142) ai quali applicheremo poi due tubetti di carta disposti come in figura, dopo aver introdotto nel guscio

un pochino d'acqua. Collocheremo poi la caldarina su due punte (spille) opportunamente fissate in una semplice intelaiatura e scalderemo con una candela. Il vapore prodotto tenderà ad uscire per i tubetti di carta, e per reazione darà luogo ad un movimento di rotazione dell'uovo intorno all'asse passante per le due punte.

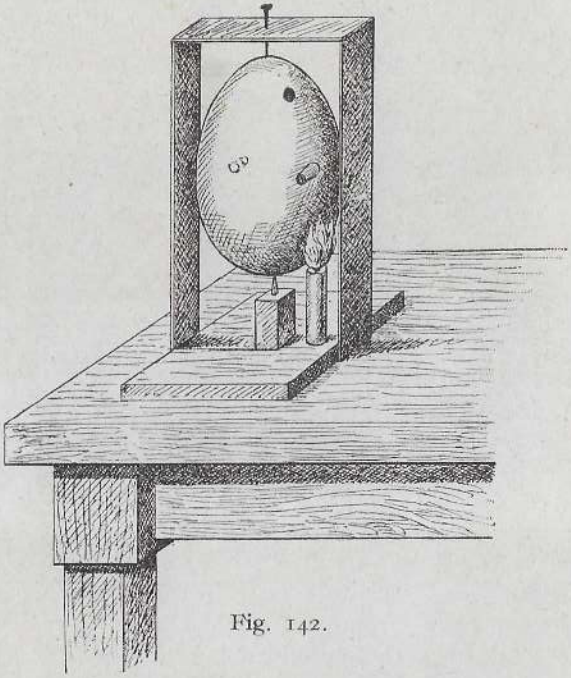


Fig. 142.

BATTELLO A VAPORE A REPULSIONE

Il battello si può facilmente fabbricare con del cartoncino Bristol (carte da visita) o con carte da gioco, ecc., rendendolo stagno con della cera o ceralacca (fig. 143). Mediante spille e refe colorato si formerà il parapetto: con un po' di pazienza si potrà applicarvi anche un timone, che due fili di ineguale lunghezza potranno mantenere in posizione inclinata, necessaria per obbligare il battello a seguire una direzione curva compatibile colle forme per lo più circolari dei recipienti di cui si può disporre. Con filo di ferro op-

portunemente piegati e fissati ai fianchi del battello si forma un sopporto per la caldaia. Questa è costituita dal guscio di un uovo che avremo previamente vuotato mediante un solo foro, per aspirazioni successive. L'acqua in questa caldaia dovrà giungere alquanto al disotto di tale forellino. Disposta la caldaia sul sopporto, in modo che il forellino sia rivolto all'indietro, cioè verso poppa, e munitala di un finto fumaiolo di carta, non resterà che pensare al riscaldamento di essa. A tal uopo fisseremo con cera-

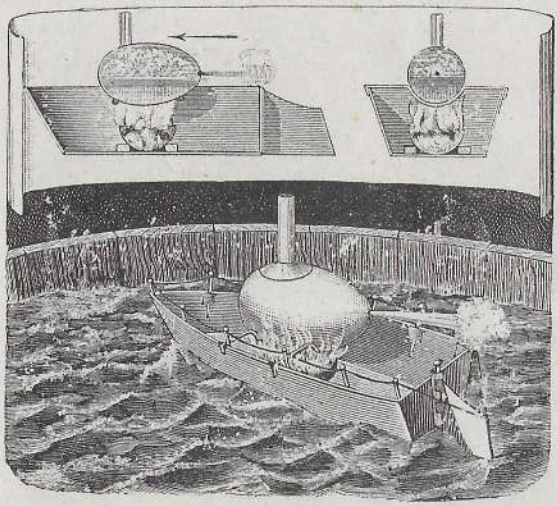


Fig. 143.

lacca sul fondo piatto del battello, un pezzo di turacciolo di largo diametro nel quale avremo praticato un incavo; in questo collocheremo una mezza scorza d'uovo con entro un po' di ovatta; imbevuta questa di poco spirito ed accesa, fornirà il calore necessario a far bollire l'acqua nella caldaia. Il vapore troverà uscita per il forellino all'estremità nel guscio d'uovo e reagendo sull'aria circostante produrrà un movimento in avanti tanto più rapido quanto maggiore sarà la forza di uscita del vapore.

Il principio sul quale si basa questo motorino è quello stesso dell'arganello idraulico, solo che invece di acqua che agisce sull'aria si tratta qui di vapore d'acqua.

MACCHINA A VAPORE INESPLODIBILE

A CALDAIA TUBOLALE ISTANTANEA AD ALIMENTAZIONE AUTOMATICA

Cominciamo dall'indicare i materiali necessari alla costruzione di questa piccola macchinetta a vapore primitiva. Due bottigliette della capacità di circa 15 cmc., a largo collo; un tubetto di vetro; un lucignolo di cotone (fig. 144). Si fora il turacciolo di una delle bottigliette, per mezzo di una lima tonda; poi s'introduce nel foro un tubetto metallico (ad esempio un pezzo di portapenne). Si fa

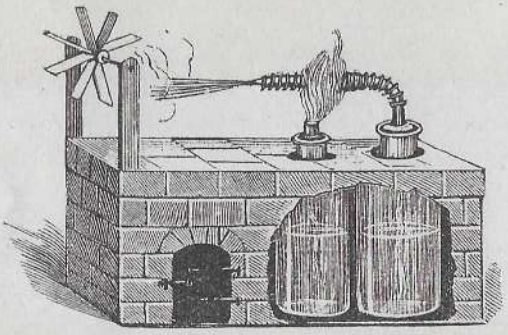


Fig. 144.

passare il lucignolo nel tubo e infine si fa una scanalatura di circa 2 mm. nel turacciolo affine di dar adito all'aria verso l'interno della bottiglia. Si adatta il turacciolo nella bottiglia nella quale s'introduce un po' d'alcool, e si avrà così il fornello della macchina. Naturalmente se si dispone di una lampada ad alcool tutto questo sarà lavoro risparmiato.

Passiamo ora alla caldaia. Si sceglie un tubetto di vetro della dimensione di un portapenne; se ne tira uno dei capi a punta per mezzo della lampada a spirito; si rompe questa punta e la si aggiusta per mezzo di una lima in modo da potervi far passare un ago N. 10 (cioè di ½ mm. di diametro). A circa 8 cm. dalla punta si curva il tubo ad angolo retto, ma con gomito molto arrotondato; si taglia allora questo tubo con un colpo di lima, a

4 cm. dal gomito. Si fa poi un'elica (come una molla) con un filo di ferro ricotto avvolgendolo attorno ad un cilindro di diametro alquanto minore di quello del tubetto di vetro. S'introduce questo nella spirale in modo che il gomito sia ben ricoperto e che giunga a circa 2 centimetri dalla punta. Questa elica servirà ad impedire che il tubo si rompa, ripartendo uniformemente il calore; una tela metallica a larghe maglie servirebbe ugualmente.

Ci resta a parlare della pompa d'alimentazione. Si prendono 5 fili di lucignolo di cotone lunghi 30 cm., si torcono leggermente insieme e si piegano in due. Si prende pure un pezzo di filo di ottone di 1 mm. di diametro e lungo 8 cm.; se ne appiattisce uno dei capi col martello e in questa parte si fa una piccola forchetta colle forbici. Si pone allora questa forchetta nella piega del lucignolo di cui sopra e si fa entrare nel tubo di vetro piegato, fino a 3 cm. dalla punta, dopo averlo ben imbevuto d'acqua. Si prepara un turacciolo forato come quello della lampada ad alcool ma questa volta senza la scanalatura per l'aria chè anzi questo turacciolo deve chiudere ermeticamente. Si fa passare nel foro del turacciolo il ramo minore del tubo di vetro e la parte di lucignolo che eccede, e si fissa infine il turacciolo nella bottiglia previamente riempita d'acqua. Il lucignolo per capillarità assorbirà l'acqua e funzionerà quindi come una pompa d'alimentazione.

Ciò fatto la macchina è pronta. Non si ha che ha scaldare il ramo del tubo di vetro, più vicino al gomito che sia possibile, per mezzo della lampada a spirito. In 15 a 20 secondi si vedrà uscire dalla punta del tubetto un getto di vapore che potrà essere utilizzato per far agire ad esempio una piccola ruota a palette di carta, assai mobile, che si disporrà a circa 10 cm. dall'estremità della punta.

Questa macchinetta è inesplodibile perchè nella caldaia, consistente nel tubo avvolto dall'elica non vi è che quel po' d'acqua che impregna il lucignolo.

Si può rinchiudere il tutto in una scatola e dipingerla in modo da darle l'aspetto di una delle solite costruzioni in muratura che racchiudono le caldaie delle macchine fisse.

LA FIAMMA E LE TELE METALLICHE

In una candela osserviamo la combustione dei gas prodotti dal riscaldamento della materia di cui è formata la candela, resa prima liquida cioè fusa e portata in alto per la capillarità del lucignolo.

Se sovrapponiamo orizzontalmente alla fiamma a circa metà del cono da essa formato, un pezzo di tela metallica di circa dieci maglie per cent. quadrato, vedremo scomparire completamente la parte superiore di esso cono luminoso. Peraltro i gas non cessano di svilupparsi anche al disopra della tela metallica; infatti avvicinando un cerino acceso al disopra della fiamma vedremo questa ripristinarsi completa, ma con un po' d'intervallo con la parte sottostante (fig. 145).

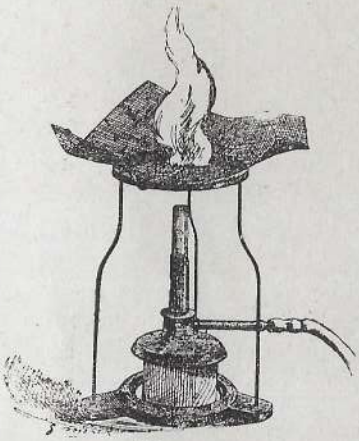


Fig. 145.

Ponendo invece sulla tela metallica, al disopra della fiamma un pezzo di carta imbevuta d'alcool, l'accensione non avrà luogo, come pure avverrà spolverando la tela con polvere pirica in polvere grossolana; ciò dipende dall'essere il calore prodotto dalla fiamma sottostante assorbito quasi totalmente dalla tela metallica buona conduttrice.

Se si pone la tela metallica al disopra d'un becco a gas aperto si potrà con un cerino accendere il gas al disopra della tela, senza che si infiammi il gas nella parte compresa tra l'orifizio del becco e la tela.

Come è noto, su questa proprietà delle tele metalliche è basata la lampada inventata da Davy pei minatori delle miniere di carbon fossile, nelle quali è frequente lo sviluppo del *grisou*, gas che mescolato all'aria costituisce una miscela eminentemente esplosiva.

FUSIONE DI DUE METALLI PER SFREGAMENTO

Realmente non si tratta di due *metalli* propriamente detti, ma di due *amalgame*, che sono leghe di mercurio con un altro metallo.

Le amalgame adatte al nostro caso sono quelle composte di:

A)	Bismuto	2
	Mercurio	1
B)	Piombo	4
	Mercurio	1

Esse sono solide a temperatura ordinaria, ma basta sfregarne due pezzi uno contro l'altro perchè il calore sviluppato nell'attrito ne determini la fusione.

FUSIONE D'UNA MONETA IN UNA SCORZA DI NOCE

Si scaldano 20 gr. di salnitro sopra una lamina di ferro, fino a che sia ben secco, e quando è completamente freddo lo si mescola con 7 gr. di fiore di zolfo. Si aggiungono 7 gr. di segatura fina di legno tenero previamente disseccata al fuoco. S'introduce questa miscela ben intima in una scorza di noce, mettendovi in mezzo una moneta da 1 centesimo piegata a cilindro, indi vi si comunica il fuoco con un fiammifero. Si produce una grossa fiamma assai luminosa che dura un istante. Nella scorza di noce, appena annerita, si trova un globulo di bronzo fuso, tanto è il calore sviluppato nella combustione.

LA CAMPANA MISTERIOSA

A tutti è noto il cosidetto *telefono a spago*. In questo piccolo apparecchio il suono viene trasmesso da uno degli imbuti all'altro, per mezzo d'uno spago mantenuto teso. L'esperimento che ora

indicheremo (figura 146) ha col *telefono a spago* qualche somiglianza, solo il suono qui è prodotto dall'urto del cucchiaio (che deve essere d'argento o di maillechort, pacfung, alpacca od altro metallo *sonoro*), contro il tavolo; lo spago al quale è appeso deve deve essere tenuto aderente all'orecchio. Il suono vi giungerà con tale intensità da sembrare quello d'una grossa campana.

Ciò si spiega ricordando che i corpi solidi (spago) trasmettono il suono con maggiore intensità che i liquidi, e questi meglio che non i gas (aria). Si potrebbero citare a tal riguardo moltissimi

Fig. 146.

esempi; basti ricordare alcuni. Il rumore di un treno che si avvicina si percepisce a grande distanza poggiando l'orecchio sulla rotaia; il rumore prodotto dalle ruote d'un piroscafo in un fiume o la voce delle persone a terra, si sentono meglio stando sott'acqua; i palombari in fondo al mare possono discorrere tra loro purchè mettano a contatto le loro teste metalliche; le vibrazioni dei fili telegrafici prodotte dal vento si sentono benissimo accostando l'orecchio ai pali che li sostengono, ecc.

IL TUONO NELLO SPAGO

Si tratta di un tuono che sarà sentito solo da chi vuol sentirlo. Farete dunque mettere a questa persona desiderosa di sentirlo, le palme delle mani sulle proprie orecchie e vi passerete poi sopra, attorno alla testa, uno spago del quale terrete i due capi colla mano sinistra, mentre prenderete i due fili, presso la faccia del curioso, tra il pollice e l'indice della destra; strisciando su di essi colle dita o colle unghie potrete con un po' di pratica imitare perfettamente il tuono col suo fragore secco o col suo rombo lontano.

Lo spago conduce il suono, *concentrato* per così dire, alle mani dell'ascoltatore e queste, precludendo la via ad altri rumori, ne aumentano l'intensità nelle orecchie.

L'OROLOGIO MISTERIOSO

Basandovi ancora sulla grande conducibilità dei solidi per i suoni potete fare un grazioso tiro ai compagni. Nascondete opportunamente sotto le pieghe di un tappeto o sotto l'imbottitura d'una poltrona un orologio da tasca. Abbiate poi un orologio da quattro soldi, che naturalmente non è animato dal menomo tic-tac, e proponetevi di comunicargli un bel movimento col semplice aiuto d'un bastone. Sceglierete a tal uopo un bastone piano alle due estremità, come quelli che servono ad avvolgervi le tele cerate o la tela da disegno. Appoggiate una delle estremità sull'orologio nascosto, di cui conoscerete la posizione esatta, e tenete l'orologio *muto* a contatto coll'altra estremità del bastone; avvicinando l'orecchio a detto orologio gl'increduli dovranno convincersi come esso *realmente* batta il tempo con tutta regolarità! Senonchè togliendo l'orologio *muto*, il tic-tac persisterà, e allora potrete svelare il vostro piccolo inganno e cominciare la lezioncina di acustica.... elementare.

Naturalmente quest'esperimento lo potete fare servendovi di qualsiasi sbarra di legno secco o di metallo, o di un *oggetto* qualsiasi, la cui forma si presti all'uso (molle da caminetto, riga da disegno, ecc.).

L'ARPA AUTOMATICA

Collocate un'arpa su quattro pertiche di abete ben secco, che dovranno attraversare il pavimento (di legno) e scendere sino in cantina. Suonando nella cantina stessa un'arpa, il suono si trasmetterà attraverso l'abete e si potrà percepirlo nella sala dove si trova l'arpa sostenuta dalle pertiche, e sembrerà emesso dall'arpa stessa. Lo stesso esperimento può farsi con altro strumento a corda.

IL BICCHIERE VIBRANTE

Mettiamo dell'acqua in un bicchiere di cristallo, preferibilmente a calice, a pareti molto sottili (fig. 147). Facciamo quindi scorrere un dito bagnato, esercitando una certa pressione, sull'orlo del bicchiere, sempre nello stesso senso. A poco a poco il bicchiere

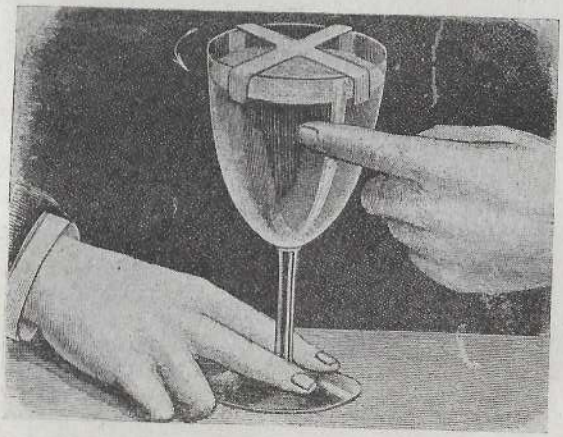


Fig. 147.

verrà producendo un suono d'un timbro tutto particolare e più o meno acuto a seconda delle dimensioni del bicchiere, della grossezza delle sue pareti e specialmente della quantità d'acqua in esso contenuta. Si tratta di vibrazioni comunicate dal dito al bicchiere e che trasmettendosi all'aria producono sul nostro orecchio la sensazione del suono.

Poniamo ora sul bicchiere una croce di carta colle estremità piegate come nella figura, e sfreghiamo col dito umido la parete del bicchiere anzichè l'orlo. Le vibrazioni in tali condizioni non si renderanno più manifeste col suono, ma si trasmetteranno alla croce di carta in modo visibile; infatti essa si metterà a rotare a poco a poco fino a disporsi con una estremità in corrispondenza del dito; naturalmente se ci mettiamo a sfregare il bicchiere al disotto d'una delle punte della croce, questa non si sposterà poichè si troverà in una posizione corrispondente ai *nodi* delle vibrazioni; nell'altro caso la sua posizione corrisponde invece ai *ventri*.

Si può fare un altro esperimento dello stesso genere servendosi di due bicchieri a calice uguali. Si versa in entrambi la stessa quantità d'acqua (un quarto circa della capacità) indi si fanno vibrare col dito nel modo suindicato aggiungendo acqua nell'uno o nell'altro fino a che siano all'*unissono*, diano cioè la stessa nota. Allora si pone su uno di essi un filo di ferro piegato a C e si fa poi vibrare l'altro bicchiere; le vibrazioni di questo si trasmetteranno tosto all'altro bicchiere facendo oscillare il fil di ferro, sì che sembrerà ballare, mentre l'altro gli va facendo la musica.

L'APPETITO DEL FONOGRAFO

Trattandosi d'un fonografo è naturalissimo che il suo appetito non abbia per obbiettivo che delle vocali. Provate a far *parlare* un fonografo a velocità crescenti e potrete constatare, non solo che il suono riesce più alto, ma anche che i suoni cambiano di timbro e che riescono particolarmente alterate le vocali.

VIBRAZIONI SONORE

Si faccia vibrare una sbarra d'acciaio, un campanello, un diapason.... Si otterrà un suono dovuto alle vibrazioni del corpo stesso trasmesse dall'aria all'orecchio. Si potrà rendere manifesto lo stato vibratorio del corpo di cui si tratta p. es. avvicinando ad esso un pendolino formato con un grosso pallino da caccia il quale verrà violentemente proiettato. Parimente, avvicinando il corpo vibrante all'acqua contenuta in una scodella la si vedrà proiettata con violenza (fig. 148).

Fissando uno specchietto al pezzo che si vuol far vibrare, si potrà constatare l'oscillazione rapida della luce proiettata dallo specchio su d'uno schermo (muro, soffitto), durante le vibrazioni del pezzo.

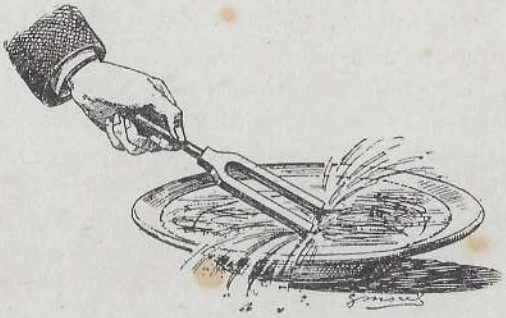


Fig. 148.

LA SABBIA MUSICALE

Il passaggio, in corrente uniforme, della sabbia in un tubo può dar luogo a suoni musicali. Il suono prodotto in tali condizioni è dovuto a che la sabbia scorre più rapidamente nella parte centrale.

L'altezza del suono dipende dallo stato di compattezza della sabbia, dalla grossezza dei granellini, dallo stato della superficie del vetro.

Se si tratta di sabbia magnetica, si può rinforzare il suono facendo passare una corrente elettrica tutto attorno al tubo.

CALEIDOFONO

Quando una sbarra rigida, elastica, p. es. un grosso ago da calza, viene stretta per un capo entro una morsa e poi fatta vibrare, si possono rendere visibili le sue vibrazioni ossia le curve complicate descritte dal suo estremo libero, fissando a questo un oggetto molto lucente come una perlina di vetro argentata o simile.

Operando sotto l'azione di una potente sorgente luminosa l'effetto diviene manifesto.

LE ARIETTE LUMINOSE

Ecco un modo ingegnoso per dimostrare i fenomeni ottico-acustici, dovuto al prof. Dobleur.

Si prende un tubo qualunque di 25 a 50 mm. di diametro e di cm. 5 a 30 di lunghezza al massimo. Sopra una delle estremità si applica un pezzo di carta di seta, di nastro sottile o di membrana di vescica, a scelta. Al centro della membrana, con una goccia di gomma, si fissa un piccolo specchio non più grande di cmq. 0.80 disponendo la parte riflettente all'esterno. Quando è secco, si porta alla luce del sole, si mette il lato aperto del tubo alla bocca, tenendo l'altra estremità in modo che il raggio di luce riflesso vada a cadere su di un muro bianco o sopra un foglio di carta teso a mano.

Finalmente si canta, si parla, si zufola nel tubo; il movimento regolare del raggio luminoso presenterà con una certa persistenza di visione dei bellissimi disegni assai regolari, che variano a seconda dell'altezza ed intensità del suono emesso, ma che sono perfettamente uniformi a parità di condizioni. Se si zufola ad esempio un'aria lentamente, avendo cura di dare ai suoni la stessa intensità, apparisce una serie di curve, una per ciascun suono, aumentando o diminuendo secondo che il suono è più o meno elevato, di tal guisa che sarebbe possibile indicare l'aria per mezzo di tali curve caratteristiche. In altri termini l'apparecchio così semplice costituirebbe un vero *fonotografo*.

In questo esperimento abbiamo da osservare le *vibrazioni* prodotte dai suoni, la *riflessione* della luce negli specchi, e la *persistenza* delle immagini sulla retina degli occhi.

LE FIGURE DI CHLADNI

Quando si fissa una lastra di vetro o di metallo, di forma regolare, poligonale o circolare, in modo da renderla immobile fra due punte di una morsa a vite, guarnite di sughero, la si cosparge uniformemente di sabbia fina, e si fa agire sul suo margine un archetto da violino, tenendo in pari tempo un dito poggiato in

altro punto della lastra, il suono prodotto mette in agitazione i granellini di sabbia che finiscono col disporsi in forme geometriche, varie a seconda del suono prodotto. Occorre però una certa abilità nel maneggio dell'archetto per produrre suoni armonici cui corrispondono figure regolari, alcune delle quali sono rappresentate nelle figure 149, 150, 151 e 162.

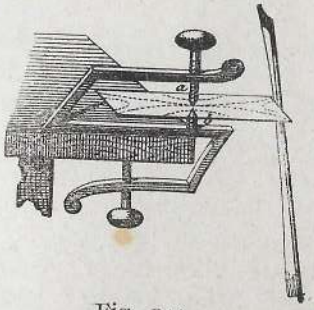


Fig. 149.

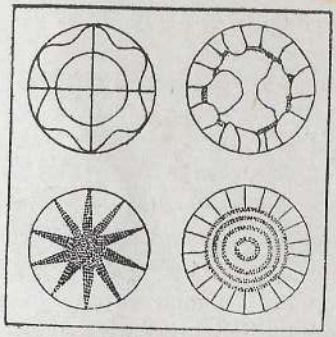


Fig. 150.

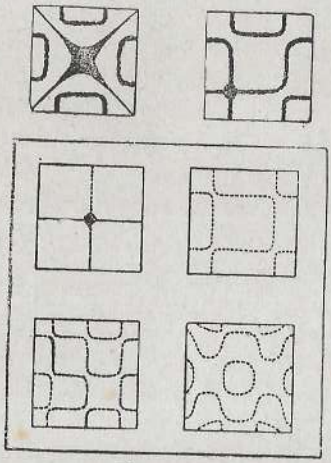


Fig. 151.

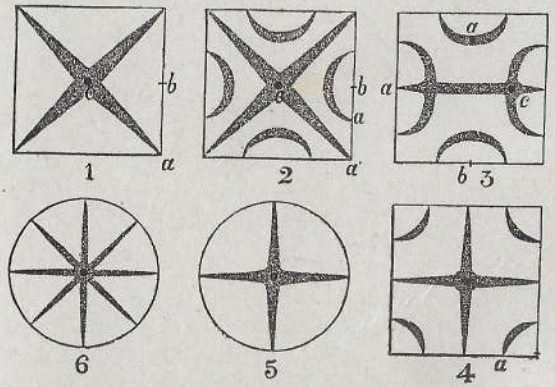


Fig. 152

La figura 149 indica il modo di disporre l'esperienza relativa alle figure di Chladni.

LA VOCE DISEGNATRICE!

Questa volta ci serviremo di.... apparecchi assai modesti. Una casseruola metallica a manico tubolare, un foglio di gomma elastica, un imbutino di latta il cui tubo abbia all'estremità diametro alquanto minore di quello del manico della casseruola.

Si comincia coll'asportare l'estremità di esso manico limando il metallo torno torno. Si pratica poi un foro dello stesso diametro del manico (fig. 153).

Fig. 153.

Si dispone il caucciù sulla casseruola, a mò di coperchio, teso, e legato intorno fortemente con spago. Si sparge su di esso un po' di polvere *finissima* — carbonato di calce precipitato chimicamente, polvere di licopodio, ecc. — indi si introduce il cannello dell'imbuto entro al manico, quanto più avanti sarà possibile. Se si emette allora entro all'imbuto una nota musicale le vibrazioni dell'aria si trasmettono al diaframma elastico e da questo alle particelle della polvere, le quali vengono sbalzate in alto e ricadono poi disponendosi sul caucciù secondo forme più o meno regolari, ma diverse a seconda della nota emessa, ed anche in dipendenza del genere di polvere usata.

FIAMME VIBRANTI

Le oscillazioni prodotte nella fiamma d'una candela dalla emissione di suoni entro un imbuto collegato ad un tubo di gomma come vedesi nella fig. 154, si possono rendere visibili

entro uno specchio appeso come un pendolo che si farà leggermente oscillare.

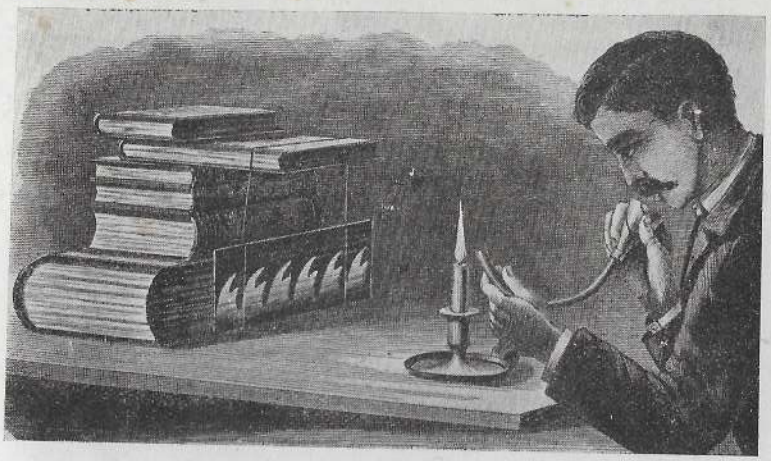


Fig. 154.

STRUMENTI MUSICALI SEMPLICISSIMI

Il primo (fig. 155) consiste in una serie di bottiglie uguali riempite d'acqua a varia altezza a seconda della nota che si vuol produrre e sospese per mezzo di una funicella ad un manico di granata poggiato su due sedie. Si suona questo strumento.... eccentrico, mediante bastoncini o meglio con bacchette da tamburo. Si possono disporre due serie di bottiglie nel modo indicato in figura, di due grandezze, in modo da ottenere una serie di note, compresi i *diesis* ed i *bemolli*, tale da poter suonare qualche arietta. Con la disposizione indicata possono suonare due suonatori ad un tempo, uno da un lato e l'altro dal lato opposto.

Potrei indicare un gran numero di strumenti di simil genere taluni dei quali sono utilizzati dai giocolieri nei pubblici spettacoli; accennerò solo a quello costituito da ciottoli di selce irregolari, di varie dimensioni, sospesi a fili di seta, col quale si ottengono suoni assai limpidi e puri. Questo è forse lo strumento più semplice ed economico ad un tempo che si possa immaginare! In Cina questo genere di strumenti con pietre è assai perfezio-

nato, usandovisi pietre speciali, che vengono tagliate in lastre, variamente contornate e colorate e spesso anche bizzarramente e pazientemente scolpite.

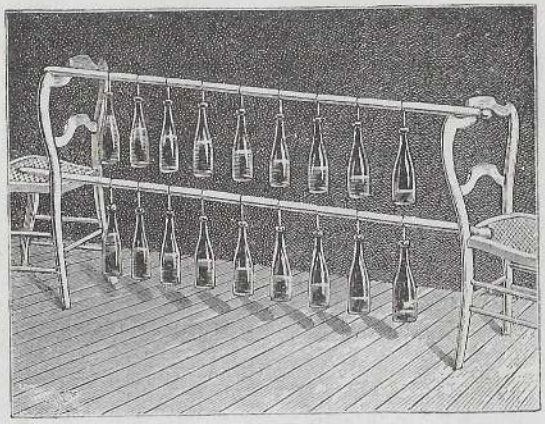


Fig. 155.

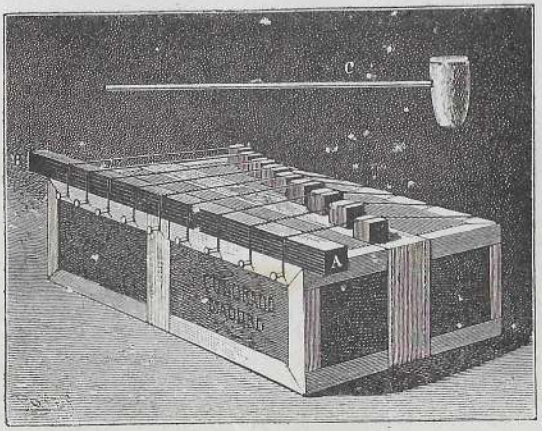


Fig. 156.

Naturalmente per ben riuscire in queste costruzioni occorre buon orecchio musicale.

Il secondo istrumento (fig. 156) si costruisce con una scatola di legno (da sigari esteri ad esempio) funzionante da cassa armo-

nica e dei fili di ottone fissati con dei chiodetti e ben tesi. Da un lato si fanno poggiare detti fili su di un regolo *R* e si ottengono le varie note ponendo sotto di essi a conveniente distanza dei dadi di legno tagliati nello stesso regolo perchè abbiano altezza uniforme. Si suona lo strumento con una bacchetta alla cui estremità si fissa un turacciolo di sughero a guisa di martello.

Il terzo (figura 157) lo chiameremo *armonica a bicchieri*. Per costruire un'armonica a bicchieri, si scelgono dei bicchieri di cri-

Fig. 157.

stallo, preferibilmente non tagliati alla mola, a forma di calice ed a pareti sottili. Con le varie gradazioni dei comuni servizi da tavola e qualche bicchiere da *champagne* si avrà tutto l'occorrente per suonare un buon numero di arie.

Si comincia col riconoscere, mediante la percussione, quale suono dà ciascun bicchiere e si dispongono quindi in ordine correggendo le piccole dissonanze col mettere un po' d'acqua nel bicchiere. Si provano poi alcuni accordi semplici (do, mi, sol; fa, la, do; si bemolle, re. fa; la, do *diesis*, mi, ecc.) fino ad avere un soddisfacente risultato. Si fissa un'etichetta indicante la nota,

al piede del bicchiere. Si può segnare il livello dell'acqua per potere prontamente accordare l'istrumento; a ciò si riesce più facilmente praticando al livello preciso dell'acqua, in ciascun bicchiere, un piccolo forellino col trapano nel modo indicato pel gioco «*Il bicchiere traditore*». Si versa dell'acqua in eccedenza; il soverchio esce per il forellino e i bicchieri rimangono accordati automaticamente. Preparati dunque in tal modo i bicchieri e disposti sopra una tavola non resta che imparare a suonare lo strano istrumento. Si comincia coll'esercitarsi a produrre un suono regolare sopra un solo bicchiere facendo scorrere sull'orlo di esso l'indice bagnato in acqua acidulata (aceto o limone), esercitando una leggera pressione, fino ad ottenere una bella nota. Con un po' d'esercizio si riesce a suonare bene quest'istrumento ideato da Puckeridge, e perfezionato da Franklin ed altri.

I suoni che rende sono soavissimi ma non bisogna abusarne poichè agiscono troppo sul sistema nervoso come quelli delle *arpe eolie*.

ACUSTICA COL PARAPIOGGIA

Bagnate per bene un paio di parapioggia; asciutti si lascerebbero attraversare troppo dalle onde sonore, mentre bagnati le riflettono. Coi due parapioggia aperti si può riprodurre assai bene la nota esperienza dell'*orecchio misterioso* od *orecchio di Dionigi di Siracusa*.

Si disporranno i due manichi uno sul prolungamento dell'altro, tenendo gli ombrelli aperti, e con le concavità una verso l'altra. Un ascoltatore avvicina l'orecchio all'interno di uno degli ombrelli, alla molla di arresto, mentre il suo interlocutore parla piano nell'interno dell'altro ombrello, e nello stesso punto di esso. L'ascoltatore sentirà benissimo il discorso del secondo, mentre un indiscreto posto a mezza strada fra i due non sentirà nulla.

ILLUSIONE ACUSTICA

Materiali: una forchetta ed un bicchiere da champagne, od anche un bicchiere comune semplicemente, disposti su d'un tavolo non ricoperto da tappeto. L'operatore si colloca assai vicino al

bicchiere, ma senza toccarlo, tiene la forchetta verticalmente nella sinistra (per il manico) e col pollice e l'indice della destra pizzica fortemente tre delle punte della forchetta in modo da produrre un suono, che sarà di assai breve durata. Si finge allora di racchiudere le vibrazioni sonore ottenute tra le due dita e di andare a deporle, aprendo le dita, nel bicchiere e tosto si sentirà questo vibrare assai nettamente. Non si tratta che di un piccolo inganno, realmente, perchè l'operatore, per ottenere questa illusione ha semplicemente, senza farlo scorgere, fatto toccare l'estremità inferiore della forchetta contro la tavola; questa agendo come cassa di risonanza ha reso percettibili le vibrazioni della forchetta — vero diapason — e si ha l'impressione che queste onde sonore provengano veramente dal vetro. L'illusione è perfetta.

UNO STRUMENTO MUSICALE A FORZA CENTRIFUGA

Fissando una funicella ad una riga piatta da disegno e facendola girare con forza si osserva come essa eserciti sulla funicella notevole *tensione* dovuta alla *forza centrifuga* che si sviluppa nella rotazione. La riga inoltre trovando resistenza nell'aria, vibra in modo da produrre suoni svariati a seconda della velocità, che ora sembrano fiochi lamenti, ora urli, o striduli gridi.

A dir vero lo strumento non è molto intonato, e poco docile, ma produce uno strano effetto, specialmente in un ambiente dotato di buone qualità acustiche.

IL CALEIDOSCOPIO

Fra i numerosi apparecchi d'ottica dilettevole non indichiamo che questo il quale per la facilità della sua costruzione può essere eseguito dal dilettante (1). Infatti esso consiste in un tubo di cartone o di latta nel quale sono disposte due strisce di specchio nel modo indicato nelle figg. 163-164. Osservando un oggetto posto all'altra estremità del tubo, le immagini di esso riprodotte dagli specchi assumono l'apparenza di stelle, rosoni, ecc. Collocando

(1) Il caleidoscopio fu inventato da BREWSTER nel 1817.

all'estremità del tubo una scatola il cui coperchio e fondo siano costituiti da lastre di vetro smerigliato, e mettendo in detta scatola piccoli oggetti trasparenti, colorati, di varie forme (pezzi di vetro o di carta trasparente, da cioccolattini colorata in lamina, di pizzi, di piume, perline, ecc.), si possono ottenere effetti d'una sorprendente eleganza e di varietà meravigliosa, inesauribile. Secondo l'angolo di inclinazione dei due specchi si hanno stelle di 3, 4, 5, 6.... punte. È da notare però che le immagini riflettendosi molte volte restano affievolite per cui non conviene eccedere facendo l'angolo troppo piccolo, per non nuocere alla chiarezza.

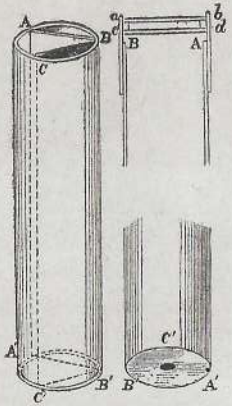


Fig. 158.

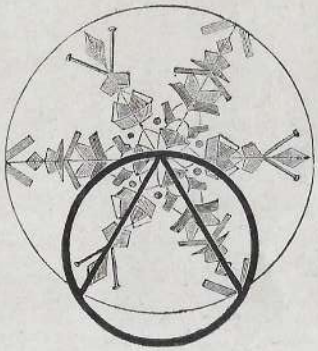


Fig. 159.

Nella fig. 158 in *a b d c* si vede la *sezione* della scatola.

Nella fig. 159 è rappresentata in nero la sezione trasversale del caleidoscopio ed è rappresentata l'immagine *virtuale* d'una delle vedute da esso offerte.

Il *Multicaloscopio* non è che una modificazione del comune caleidoscopio (fig. 160).

I due specchi non sono racchiusi in un tubo, ma liberi, quanto alla luce; sono però fissati ad un asse, uno in modo fisso, l'altro in modo da poterne variare l'inclinazione rispetto al primo, così da avere rosoni d'un numero di punte variabili a piacere. In luogo della scatola si ha un semplice disco sul quale gli oggetti sono posati e che si fa poi girare per variare il disegno. Questa disposizione non rappresenta un progresso nella costruzione del caleidoscopio essendo assai meno feconda di varietà di risultati;

quanto alla variabilità dell'angolo degli specchi si può facilmente ottenerla anche nel caleidoscopio comune.

Anche il *Mobiloscopio* non è che una *varietà*, non un perfezionamento del caleidoscopio. La fig. 161 ne fa vedere la struttura; i due specchi sono ad angolo fisso, gli oggetti sono disposti su di un sopporto qualsiasi; la varietà si ottiene solamente con lo spostare il settore cilindrico portaspecchi.

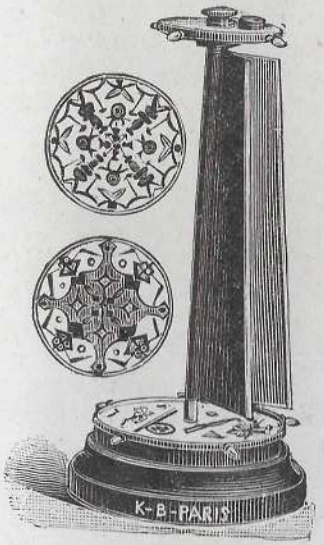


Fig. 160.

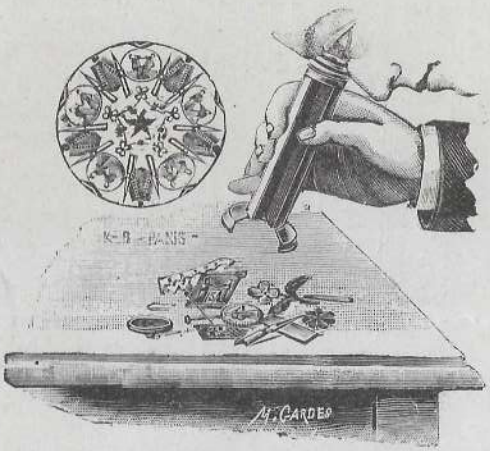


Fig. 161.

La fabbrica Zeiss costruisce caleidoscopi di precisione coi quali si possono ottenere fotografie delle immagini caleidoscopiche. Sarebbe questo un passatempo ideale per chi sa gustare le bellezze di queste figure così varie e così perfettamente simmetriche.

Peccato che si tratti d'un apparecchio abbastanza complicato e costoso.

ARGENTATURA AL NERO FUMO

Immergendo in un bicchiere d'acqua un cucchiaio d'argento perfettamente annerito al fumo di una candela o d'una lampada a petrolio, esso riprende il suo aspetto metallico sì che si crederebbe essere rimasto tutto il nero fumo in fondo al bicchiere. In-

vece estraendo il cucchiaio dall'acqua esso riapparisce nero. Tale fenomeno è dovuto a che l'acqua non aderendo alla superficie grassa affumicata forma attorno ad essa, a piccolissima distanza, una superficie di forma perfettamente uguale a quella del cucchiaio, sulla quale la luce viene a riflettersi come su di una superficie metallica.

Non occorre che l'oggetto affumicato sia d'argento, come è facile capire; se si è scelto un cucchiaio d'argento per fare quest'esperienza, è solo perchè potesse apparire quale era *prima di essere affumicato*. Del resto l'esperienza si può eseguire con qualsiasi altro corpo; un uovo ad esempio, un oggetto metallico, ecc.

LA RIFLESSIONE TOTALE

Si fissi in un turacciolo di sughero piatto, una spilla, nel modo indicato a destra nella fig. 162, e si metta quindi il turacciolo a galleggiare in un bicchier d'acqua, con la spilla in basso.

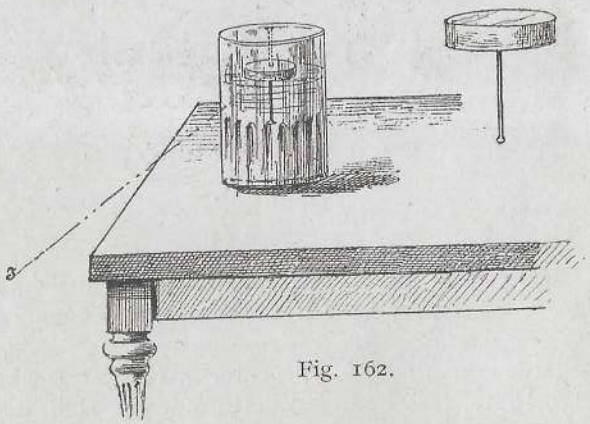


Fig. 162.

Finchè si guarda la spilla dall'alto la si vede, come è realmente, immersa; ma guardando invece dal basso, per esempio dal piano del tavolo sul quale è posato il bicchiere, nella direzione della punteggiata, si vede una immagine della spilla al *disopra* del turacciolo, come avverrebbe in uno specchio, fenomeno dovuto alla *riflessione totale* dei raggi luminosi.

FONTANA LUMINOSA

Si collochi una lampadina ad acetilene (v. *Appendice*) entro un *camino* costituito da una cassa di legno di cm. 20 × 20 × 50 come in figura (n. 163), coperta da una lastra di latta posante su quattro chiodi. Un foro di 2 cm. di diametro sarà praticato nella cassa in corrispondenza della fiamma. La fontana è costituita da un tubo di vetro, aperto da un lato e alquanto affilato dall'altro e saldato al mezzo ad altro tubo, adduttore dell'acqua. Sull'estremità larga del tubo di vetro è fissata a mastice una lastrina di vetro.

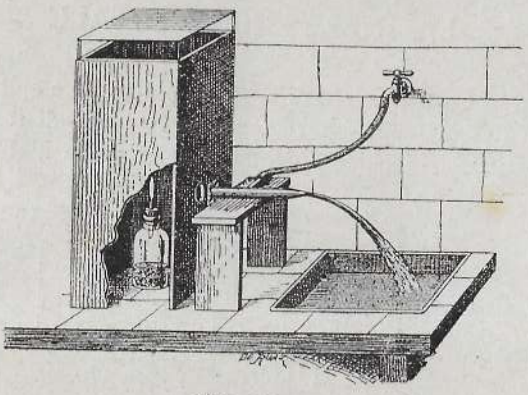


Fig. 163.

Si fissa questo tubo dinanzi al foro praticato nella cassa, con la candela su adatto sostegno e si fa scorrere l'acqua in getto moderato.

Si eseguirà l'esperimento all'oscuro. Si constaterà che la luce viene per così dire, trascinata nel getto d'acqua, sino al punto in cui esso si rompe.

Si potrà variare il colore del getto collocando successivamente vetri variamente colorati dinanzi al foro della cassa.

Analogo fenomeno si osserva sostituendo al getto liquido una sbarretta di vetro foggiata a serpentino o comunque; la luce che entri per un'estremità di essa non può *uscirne* che per l'altra estremità.

ESPERIENZE SULLA RIFRAZIONE

L'esperienza facilissima che ora descriveremo serve a dimostrare il fenomeno della rifrazione della luce attraverso i corpi trasparenti. Invece del prisma di cristallo, che non è facile procurarsi, ci serviremo d'un semplice bicchiere ripieno per metà di acqua (fig. 164), tenendolo inclinato e facendo arrivare alla superficie del liquido un fascio di raggi solari attraverso uno stretto foro

Fig. 164.

praticato in un foglio di cartoncino; questo foglio dovrà essere tenuto in posizione parallela al livello dell'acqua, cioè orizzontale, ed il bicchiere coll'asse nella direzione dei raggi solari. Il fascio luminoso sarà deviato dalla sua direzione e darà sulla carta che avremo disposto su di un tavolo sottostante una immagine del foro colorata dei colori dello spettro solare, spostata rispetto alla posizione che avrebbe avuto se il fascio non fosse stato intercettato dall'acqua. Tale deviazione è appunto quel fenomeno che chiamasi rifrazione della luce. Praticando nel cartoncino una seconda apertura si potrà

anche meglio constatare la deviazione del primo fascio luminoso rispetto al secondo, che si farà restar fuori del bicchiere.

Questi raggi luminosi si potranno scorgere assai bene operando in una camera oscura nella quale si lascerà penetrare un fascio di luce da un foro nell'imposta d'una finestra.

Sono i pulviscoli, sospesi nell'aria, illuminati, che rendono visibili distintamente i raggi luminosi che attraversano un ambiente non illuminato.

ARCOBALENO ARTIFICIALE

È noto come il fenomeno ottico detto *arcobaleno* od *iride* sia dovuto al fatto che quando i raggi del sole (o della luna, nell'arcobaleno lunare) incontrano la superficie delle *goccioline* di piog-

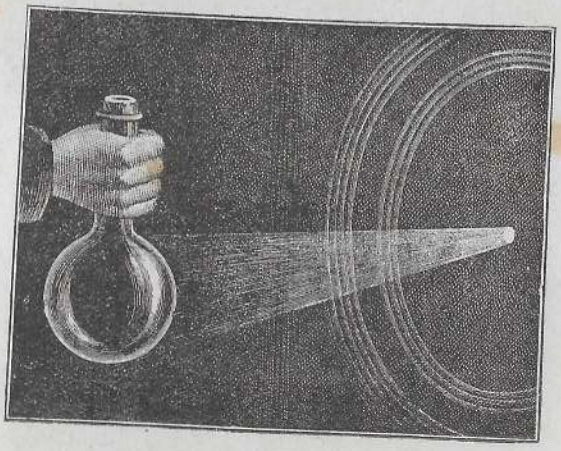


Fig. 165.

gia si *rifrangono* poi si *riflettono* incontrando la superficie interna delle gocce stesse per rinfrangersi ancora all'uscita; talora la riflessione avviene due volte successive in una stessa goccia, nel qual caso si hanno due iridi concentriche, nelle quali l'ordine dei colori è inverso. Si può facilmente riprodurre questo fenomeno delle due iridi concentriche in una camera oscura in cui penetri un fascio orizzontale di raggi solari. Si fa in modo che tale fascio incontri la superficie di un pallone di vetro (fig. 165), di quelli

usati in chimica, pieno d'acqua; le due iridi appariranno nel modo indicato nella figura stessa, attorno al foro praticato nell'impannata. Naturalmente i colori sono meno vivi che nel vero arcobaleno, ma sono disposti nello stesso ordine.

IRIDESCENZE

I.

Si pratichi con un temperino assai tagliente, una piccola fenditura di circa ¼ di mm. di larghezza, in una carta da visita o cartoncino simile. Si collochi poi il cartoncino dinanzi all'occhio, con la fenditura verticalmente, e si osservi a traverso la fenditura stessa la fiamma d'una candela posta a due o tre metri di distanza, contro un fondo nero. Si vedranno attorno alla fiamma una serie di strisce iridescenti, che si stenderanno per molto spazio attorno alla fiamma stessa con graduale diminuzione d'intensità. D'altra parte appariranno tanto più brillanti quanto più sottile sarà l'apertura praticata nel cartoncino.

II.

Uguale risultato si può ottenere sostituendo alla fenditura un semplice filo sottilissimo, ben teso dinanzi all'occhio. Osservando la fiamma d'una candela alquanto discosta, ponendo il filo tra l'occhio e la luce, si vedono da ciascun lato del filo delle strisce alternate brillanti ed oscure.

Si ottengono buoni risultati con un crine, un capello, un filo metallico sottilissimo, mentre il fenomeno non si produce con filo ordinario da cucire, perchè il suo contorno non è ben netto.

III.

Praticate in un cartoncino dei fori di 2 a 3 mm. di diametro, assai vicini, oppure delle feritoie di un mm. di larghezza, parimente assai vicine tra loro.

Disponete il cartone a 30 cm. da una lampada elettrica e a metà distanza fra il cartone e la lampada interponete una lente.

Si possono ricevere le immagini sia direttamente sull'occhio, sia su un foglio di carta, dove appariranno per riflessione. Spostando leggermente, sia la lente che la lampada, di ottengono bellissime iridescenze dovute ad una dispersione della luce per diffrazione essendo le radiazioni costitutive della luce bianca variamente disperse.

IV.

Si può ottenere sopra una lastra di vetro uno strato iridescente di assai bell'effetto, nel modo seguente. Si può servirsi di soluzioni concentrate di solfato ferroso, di solfato di rame o di allume preparate in acqua distillata, con sali *puri*. I migliori risultati si ottengono con l'allume.

Si ricopre la lastra di vetro dopo averla ben lavata con soluzione di potassa e poi con acqua distillata, con la soluzione di allume e si colloca sotto una campana di vetro sotto la quale si sarà posta una scodellina piena d'ammoniaca. I vapori di questa precipitano il metallo dal sale allo stato di ossido e si vede la superficie liquida velarsi rapidamente di un rivestimento riccamente ornato di colori delicati e varii.

Si ritira la lastra — tenuta sino allora perfettamente orizzontale — e si inclina, facendo poggiare il lato più basso contro un filtro o contro un batuffolo di cenci, che ne assorbirà la soluzione eccedente, e si lascierà seccare. Le colorazioni persistono a lungo.

Nessun risultato si otterrebbe tentando di influenzare in qualche modo il deposito, sia durante la sua formazione, sia dopo; nè giovano, anzi danneggiano, l'aggiunta di gomma, la verniciatura, ecc.

Effetti uguali si ottengono su porcellana o su lastre metalliche ben lucidate.

L'iridescenza è dovuta al fenomeno della *interferenza* dei raggi luminosi. La luce che arriva sulle lamine sottili, sia liquide (bolle di sapone) che solide (straterelli di ossido pei metalli) in direzione più o meno obliqua, in parte si riflette alla superficie di esse, e in parte vi penetra.

La porzione che vi penetra, e che riflettendosi sulla seconda faccia esce ancora dalla prima, forma un altro sistema di onde che può arrivare all'occhio nella stessa direzione di quello che risulta dalla prima riflessione.

I due fasci di luce che provengono dalla medesima sorgente, ma che hanno percorso cammini alquanto diversi, possono quindi *interferire*; e quando la differenza è tale che una certa luce omogenea — per esempio quella azzurra — interferisce, questo colore sarà estinto e la lamina presenterà la tinta complementare, cioè la gialla.

L'OCCHIALINO A RAGGI X

Ecco una misteriosa piccola scatoletta — occhialino.... Mettiamola all'occhio e guardiamo — attraverso al foro praticato nel suo centro — la mano stesa dall'altro lato. Restiamo sorpresi nel vederla apparire veramente simile ad una fotografia radiografica, almeno per quanto concerne le dita....

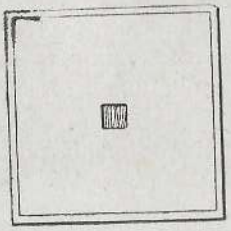


Fig. 166.

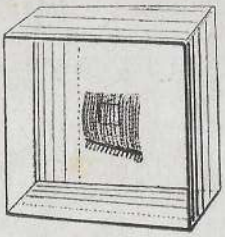


Fig. 167.

Sveliamo un po' il mistero e, per ciò, vediamo prima in che consiste l'apparecchio (fig. 166 e 167). Esso non è altro che una scatoletta di cartone con due fori, uno dei quali è chiuso da una barba di piuma o, meglio, di penna, incollata al cartone. Quale semplicità di costruzione, in confronto al risultato sorprendente!

E questo risultato è dovuto ad un semplice effetto di diffrazione.

Se si osserva al microscopio una penna la si vede costituita da strisce parallele estremamente sottili e alternativamente trasparenti od opache; esse costituiscono quindi un reticolato di diffrazione analogo a quelli che si usano negli esperimenti di fisica, incisi su lastre di vetro in ragione di oltre mille tratti per millimetro.

Siccome la luce si propaga non in linea retta, ma *per onde* cioè con moto ondulato, il limite dell'ombra e della luce al di quà di uno schermo non è mai perfettamente netto. In realtà si ha una

piccola zona intermedia di semi-ombra, di penombra. Poichè lo schermo non trattiene ciascuna vibrazione luminosa che su una parte del suo circuito, le altre parti continuando a vibrare trasmettono un poco del loro movimento dall'altro lato dello schermo. Ora, disponendo l'uno accanto all'altro un'infinità di piccolissimi schermi, si moltiplica l'intensità della diffrazione, sino a renderla assai facilmente visibile.

Questo occhialetto può anche servire per osservare le fiamme, che scompone in bizzarre figure simmetriche nelle quali si raggruppano con bellissimo effetto tutti i brillanti colori dell'arcobaleno.

LENTE ECONOMICA

In un foglio di stagnola, piombo, ottone od altro metallo tenero, si fa un foro circolare di pochi millimetri di diametro senza sbavature. Disponendo in questo foro una o parecchie gocce d'acqua secondo la sua ampiezza, esse formeranno lente biconvessa che servirà come una lente di cristallo per vedere ingranditi i piccoli oggetti.

Un pezzo di tubo di cristallo pieno d'acqua costituisce pure una lente a forte ingrandimento.

COLL'AIUTO DEL SOLE....

Dopo aver fissato al disotto del turacciolo d'una bottiglia, di vetro trasparente, una spilla ricurva ad uncino, vi appenderete uno spago sostenente un corpo pesante per tenerlo teso. Turate la bottiglia col turacciolo così preparato, e fate spalmare con ceralacca il turacciolo stesso. Il giuoco consiste nel tagliare il filo entro la bottiglia senza toccarlo e senza sturarla. Potrete portar con voi la bottiglia in altra camera ed operare nel modo indicato nella fig. 173 concentrando per mezzo d'una buona lente biconvessa i raggi solari e dirigendoli su di un punto dello spago; se questo sarà tinto in nero tratterrà meglio i raggi calorifici per cui si avrà l'accensione più presto e con maggiore facilità.

È superfluo osservare che per fare quest'esperienza conviene scegliere una bella giornata, con sole vivo.

I vostri compagni rimarranno stupiti nel constatare la vostra abilità portentosa, pronti però a negarvi ogni merito quando co-

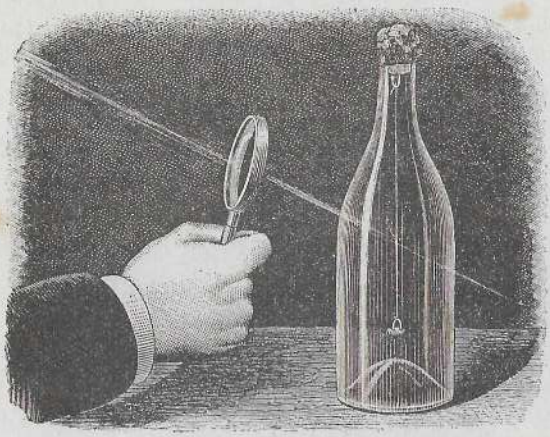


Fig. 168.

nosceranno il segreto di questo novello *uovo di Colombo*! Così accade spesso nella vita, e non solo nei giochi.

Fig. 169.

IL SOLE FIAMMIFERO

In una incisione antica — del 1639 — è rappresentato un amorino in atto di accendere il fuoco con una bottiglia sferica piena d'acqua. Infatti, mediante un *pallone* di vetro pieno d'acqua si possono concentrare i raggi solari, nel modo stesso che avviene con una lente biconvessa (fig. 169). Si può così accendere carta, esca, tabacco, panno nero, ecc.

LO SPETTRO

Poniamo una lastra di vetro (togliendola da un quadro, ad esempio) in posizione verticale, sul tavolo, servendoci all'uopo di due libri pesanti (fig. 170). Mettiamo dinanzi alla lastra una carta

da gioco e tra questa e il vetro una candela. Si vedrà apparire dal lato opposto della lastra un'immagine della carta, visibile solo per chi si trova dal lato della candela.

Con una disposizione analoga si producono in teatro le apparizioni visibili solo per il pubblico e non per gli attori. In questo caso la lastra di vetro si trova sul palcoscenico inclinata alquanto

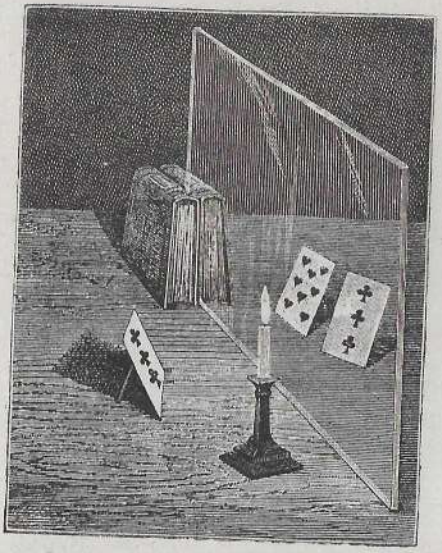


Fig. 170.

verso la sala. La figura che deve produrre l'immagine si trova sotto il palcoscenico, il cui tavolato è tolto in aprte, e viene fortemente illuminata con lampade a magnesio o a gas ossidrico.

Se in luogo della carta da giuoco adopereremo una figurina ritagliata nel cartoncino bianco, potremo ottenere anche noi il nostro bravo spettro.

UN FANTASTICO MOLINO A VENTO

Fabbrichiamo un molino a vento con un cilindro ed un cono di cartoncino sovrapposti (fig. 171). Pratichiamo nella parete cilindrica un foro quadrato che corrisponderà all'asse delle ali del molino.

Mettiamo entro al molino una candela accesa in modo che la fiamma sia all' altezza del foro quadrato; naturalmente occorre che il tetto del molino sia forato largamente perchè non abbia ad infiammarsi; si potrebbe anche accontentarsi del *profilo* del molino in cartone e collocare la candela dietro di esso.

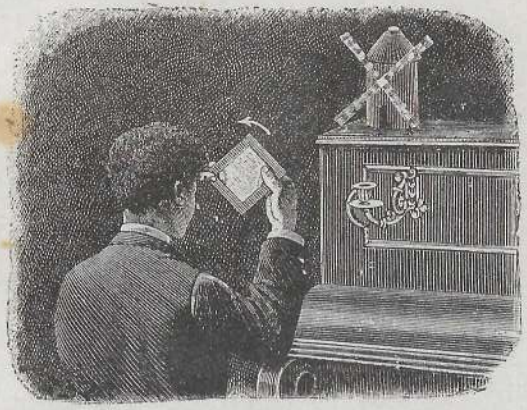


Fig. 171.

Non mancano dunque che le ali del molino. Ma queste ci limiteremo a *vederle* senza poterle *toccare*! In un piccolo telaio di cartone si fissa a colla un pezzo di carta finissima, di seta. Guardando allora attraverso a questa garza nella direzione del foro quadrato, si vedranno apparire intorno ad esso le quattro ali del molino, con i margini colorati delle vivaci tinte dell'arcobaleno.

Facendo rotare fra le mani la garza si vedranno girare anche le ali del molino. Il fenomeno è dovuto alla *diffrazione della luce*.

LO SPETTRO SOLARE

E LA RICOMPOSIZIONE DELLA LUCE BIANCA

I.

La luce bianca del sole può essere scomposta con un prisma di cristallo, come è a tutti noto, in sette colori, i colori dell'iride; rosso, aranciato, giallo, verde, azzurro, indaco e violetto; ma tali colori possono ridursi a tre soli *elementari*, rosso, giallo ed az-

zurro, dalle cui combinazioni risultano poi gli altri. Dai colori separati si può ritornare alla luce bianca primitiva *ricomponendoli*. Per ottenere tale ricomposizione occorre far passare i detti colori dinanzi agli occhi in modo così rapido che l'immagine di uno sia immediatamente susseguita da quella del successivo, nell'ordine suindicato, precisamente come si fa per le immagini del cinematografo.

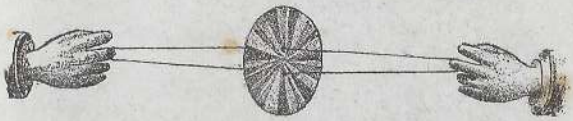


Fig. 172.

Si può riuscire in tale intento dipingendo sopra un disco di cartone una serie di settori a colori *vivaci* che riproducano meglio che sia possibile quelli dello spettro solare (fig. 172); in tale serie dovrà essere riprodotto quattro o cinque volte lo spettro solare; è da notare che le strisce dei varii colori non debbono avere larghezze uguali, ma bensì proporzionate a quelle che essi hanno nel vero spettro. Prendendo come unità la larghezza del settore arranciato, gli altri dovranno avere press'a poco queste larghezze:

Rosso	2.5	Azzurro	2.5
Giallo	2.5	Indaco	1.5
Verde	2.–	Violetto	2.5

Si tratta ora d'imprimere al disco un rapidissimo movimento di rotazione. Per ciò basta forarlo in due punti equidistanti dal centro, su un diametro, e passarvi una cordicella annodandone poi i capi; tenendo allora le due estremità nelle mani, facendo rotare il disco, e tendendo poi la funicella si otterrà la rotazione rapida del disco che apparirà se non bianco, almeno di una tinta assai chiara. Per ottenere il *bianco assoluto* occorrerebbe valersi dei colori *veri* dello spettro con tutte le relative gradazioni.

II.

Siccome si è detto che i sette colori dello spettro sono riducibili a tre ne viene di conseguenza che la ricomposizione della luce bianca può anche ottenersi con questi tre soli, o con uno di questi ed il colore risultante dall'unione degli altri due. Così il rosso

avrà per *complemento* il verde che risulta dalla unione del giallo coll'azzurro; il giallo sarà complementare del violetto (rosso ed azzurro), l'azzurro complementare dell'aranciato (rosso e giallo). Siccome vi sono tanti *verdi*, tanti *gialli*, ecc., indicherò un po' più precisamente quali sono i colori complementari (1):

Rosso	Azzurro-verde
Aranciato	Azzurro-cianato
Giallo	Oltremare-azzurro
Giallo verdastro	Violetto
Verde	Porpora

I colori complementari ebbero molte applicazioni; esaminiamone alcune, nel campo del dilettevole.

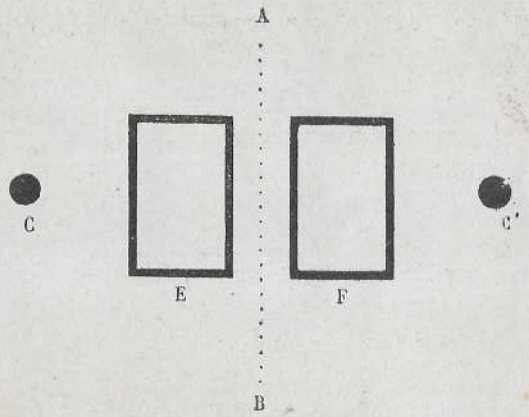


Fig. 173.

Si disegni una figura come la nostra (173), nella quale *C C'* saranno *neri*, *E rosso*, *F verde*. Si ponga sul foglio un cartoncino alto circa 25 cm., secondo la linea *A B*. Si fissi quindi la figura appoggiando la fronte sul cartoncino *A B* fra i due occhi; si vedranno allora i due dischi *C C' spostarsi* fino a confondersi in uno solo, mentre le due immagini *E*, *F* sembreranno *scomparse*, avendo la loro sovrapposizione *virtuale* dato luogo ad una immagine *bianca* che non è visibile sulla carta.

(1) V. Rood. *Théorie scientif. des couleurs*, p. 138.

III.

Se si introducono in una serie di bottiglie dei liquidi non miscibili di densità molto differenti, e ciascuno di essi sia colorato del colore complementare dell'altro liquido, benchè ciascun liquido sia perfettamente trasparente, essi divengono opachi per sovrapposizione, il che si dimostra sia collocando due bottiglie una sull'altra, con liquidi di colori complementari, sia mescolando i due liquidi con violenta agitazione.

IV.

Lo studio delle miscele di colori può farsi con una piccola trottola a disco piano (fig. 174) nel cui gambo si infilano dei dischi fatti con carta dei diversi colori e muniti d'una fenditura radiale

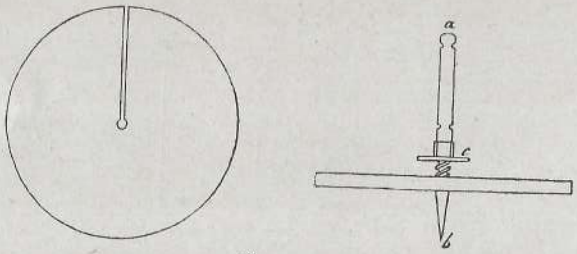


Fig. 174.

che permetta di sovrapporne due e di variarne la posizione relativa in modo da scoprire più o meno d'uno o dell'altro come è indicato nella fig. 175. Si possono in tal modo ottenere svariatissime tinte.

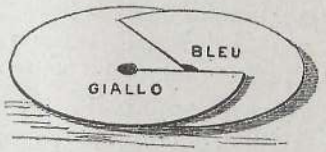


Fig. 175.

Per ottenere il massimo effetto è bene far rotare la trottola sopra una tavola coperta di panno nero.

Se si fissa al manico della trottola un *cuore* ritagliato in cartone colorato, si otterrà nella rotazione l'effetto di una doppia spirale; se si posa il *cuore* sopra un fondo diversamente colorato, si ottengono tinte di *fusione* delicatissime.

V.

Si ritaglia la sagoma in nero della fig. 176 (1) e si colloca la trottola in modo che metà posi sopra fondo rosso e l'altra metà su fondo bianco. Nella rotazione si vedranno due corone circolari,

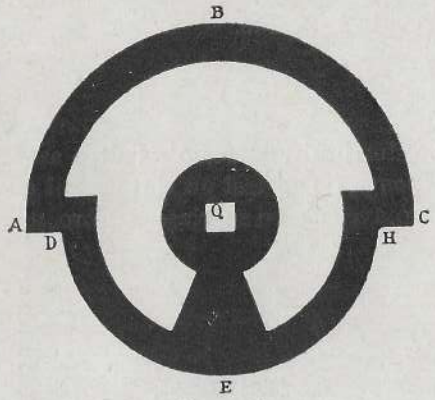


Fig. 176.

una rosso carico, l'altra verde assai chiaro, su fondo rosa. Si potranno in tal modo ottenere gli altri colori complementari, sostituendo al fondo rosso, altro verde, azzurro, violetto.

VI.

Una soluzione di verde di anilina nell'alcool amilico, galleggiante sull'acqua colorata con anilina rossa dà due strati perfettamente trasparenti, ma che formano un miscuglio opaco quando si agita la bottiglia che li contiene. Dopo alcuni minuti di riposo i liquidi si separano di nuovo e l'esperienza si può ripetere indefinitamente.

VII.

Se si tracciano lettere *verdi* su fondo *nero* e si guardano con occhiali di vetro *rosso* non si vedono perchè i due colori rosso e verde sono complementari.

---

(1) Per comodità dei lettori, si sono riprodotte in fine del volume le figure da ritagliare.

VIII.

Se si eseguiscono su di un cartoncino disegni in rosso chiaro, ed altri in verde pallidissimo (che non si vedano sulla carta bianca) e si guardano poi con un vetro rosso o attraverso ad una lamina di colla di pesce, rossa, il primo disegno scompare, e apparisce in nero l'altro disegnato in verde.

IX.

Si collochino due libri uno rosso e l'altro azzurro, come nella fig. 177, e si disponga fra di essi un cartone sul quale si farà poggiare il naso, dopo aver messo su ciascun libro un pezzo di carta

Fig. 177.

bianca. Ciascun occhio vedrà un sol libro. I pezzi di carta bianca appariranno colorati, rispettivamente dei colori complementari, cioè quello collocato sul libro rosso sembrerà verde, e quello sul libro azzurro sembrerà giallo.

IL KINEMATOGRAFO

È un piccolo apparecchio, assai semplice, che dà l'impressione del movimento, mediante la sostituzione rapida di due immagini rappresentanti il soggetto in pose diverse.

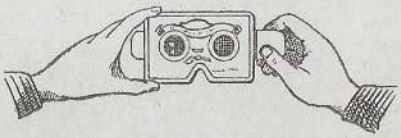


Fig. 178. — Veduta esterna.

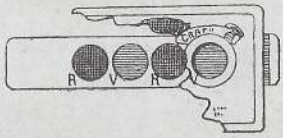


Fig. 179. — Particolari del pezzo scorrevole munito di vetri rossi e verdi.

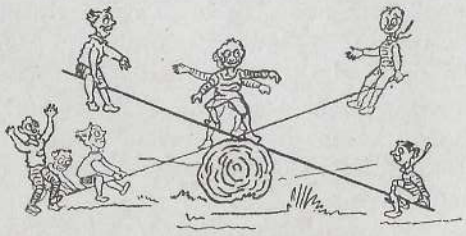


Fig. 180. — L'immagine più scura è quella che dev'essere rossa; la più chiara dev'essere verde.

Esso è composto d'una assicella con due aperture distanti quanto è lo spazio fra gli occhi (fig. 178); un pezzo scorrevole in guide, con quattro aperture scorre liberamente in questa assicella; due delle sue aperture sono munite di vetri *rossi*, le altre due di vetri *verdi* (fig. 179). Risulta da tale disposizione che se, mettendo gli occhi dinanzi alle aperture dell'assicella, si dà al pezzo scor-

revole un movimento di va e vieni a destra e a sinistra si vedranno gli oggetti colorati ora in rosso ora in verde.

Se, d'altro lato, si sarà preparata un'immagine nella quale il soggetto sia disegnato o dipinto in *verde* in una certa posizione ed in *rosso* in un'altra posizione e si guarderà questa immagine attraverso il Kinematografo, l'immagine verde scomparirà quando i vetri verdi si troveranno dinanzi agli occhi, e si vedrà l'immagine rossa; quando si saranno sostituiti i vetri rossi agli altri, sarà invece l'immagine verde che si vedrà. I colori, verde e rosso, essendo *complementari*, si avrà nei due casi un'immagine nera (fig. 180).

Siccome la sostituzione d'uno dei colori all'altro può farsi assai rapidamente, con la tavoletta scorrevole indicata sopra, le due immagini si succederanno rapidamente e si avrà così l'impressione del movimento.

Disponendo di un certo numero di soggetti svariati, con movimenti poco complicati e studiati bene, si avrà un giocattolo o meglio un passatempo assai grazioso.

STEMMI E BANDIERE

Si dipingano sopra una striscia di carta tre strisce colorate una in verde, l'altra in rosa e la terza in aranciato. Dopo aver fissato alquanto questi colori si ricoprano rapidamente con un foglio di carta bianca e si continui a fissare questa carta; dopo qualche tempo si vedranno comparire su di essa tre strisce colorate al posto di quelle di prima. Soltanto questa volta i colori saranno quelli della bandiera francese, cioè il rosso al posto del verde, il bianco a quello del nero, e l'azzurro dove era l'aranciato. Sono questi i colori complementari di quelli sopraindicati.

In modo analogo si possono far apparire stemmi, emblemi o bandiere di vario genere; così ad esempio dipingendo una croce nera in campo verde si avrà poi la croce bianca in campo rosso (Savoia); il bianco, il violetto ed il verde, diventeranno il nero, il giallo ed il rosso del Belgio, ecc. La bandiera italiana si presta poco per questa esperienza, poichè contiene già due colori complementari, il verde ed il rosso; bisognerebbe disegnarla in rosso, nero e verde per vederla poi apparire in verde, bianco e rosso.

IL DIAVOLETTO VERDE

La fig. 181 spiega abbastanza chiaramente gran parte di questa esperienza. Si tratta di proiettare sopra un telaio o diaframma bianco le ombre di una figurina — un diavoletto ad es. ritagliato in una carta da visita — prodotte da due sorgenti luminose, due candele. Fin qui nulla di straordinario. Ma se si interpone fra le

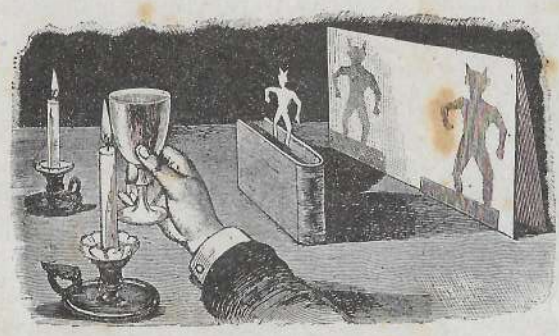


Fig. 181.

candele e il diavoletto un bicchiere pieno di acqua tinta in rosso oppure un pezzetto di vetro rosso, si vede l'ombra di destra colorata in rosso; quella di sinistra sembrerà scomparsa, ma osservando bene la si scorgerà colorata in verde pallido che è il colore complementare del rosso. Ecco un prospetto delle varie colorazioni che si possono far assumere a tali ombre variando la tinta del liquido contenuto nel bicchiere.

Tinta della sostanza contenuta nel bicchiere	Colori delle ombre	
	di destra	di sinistra
Vino — Rosso	rosso	verde-chiaro
Birra — Giallo	giallo-pallido	violetto
Bleu di Prussia (leggero)	azzurro	aranciato
Assenzio — Verde-chiaro .	verde-chiaro	rosso
Anilina violetta	violetto	giallo-pallido
Aranciata (Curaçao) . . .	aranciato	azzurro.

IL RITRATTO A PASTELLO

Si disegni una figura a pastello rischiarandosi con una luce monocroma, p. es. gialla. Se si saranno usati pastelli rossi, verdi, gialli od azzurri per le varie parti del volto, si otterrà un disegno che, alla luce gialla, darà gli effetti di tono scelti, ma che produrrà ben altro effetto quando si esamini a luce rossa o specialmente, alla luce solare.

Si ottengono effetti più brillanti proiettando sui disegni i fasci luminosi d'una lanterna magica con diaframma rosso oppure uno spettro reale.

LA TAVOLOZZA IN DIFETTO

Ahimè, quanti sono i dilettanti di pittura! Assai probabilmente anche voi, caro Lettore, lo siete. *Perciò* non vogliate attribuire a quell'*ahimè* altro significato che quello d'un rammarico per la concorrenza che dal dilettantismo spesso viene fatta ai poveri pittori di cartello. In ogni modo, per quanto superficiale possa essere il vostro dilettantismo crederei offendervi supponendo che ignoriate come il *giallo* e l'*azzurro* mescolati formino un *verde*. Se io vi muovessi dunque questa domanda: Quale colore avranno i raggi luminosi d'una lampada p. es., interponendo fra essi e l'occhio, prima un vetro giallo e dietro a questo uno azzurro? — Voi sareste tentato di rispondermi: *Verde*.

Ma la vostra risposta risulterebbe errata alla prova, che vi sarà facile fare, e non dovete adontarvene, perchè anche molti.... pittori di cartello avrebbero assai probabilmente dato la stessa vostra risposta, a voler tacere di tutti gli altri meno famigliarizzati con le fasce così brillanti dello spettro solare.

Fate dunque la prova e vedrete come, non una luce verde passi attraverso ai due vetri giallo e azzurro (qualora abbiate usato di vetri a colorazioni nette e non abbia luogo rifrazione) ma bensì *nessuna luce*, così da avere un effetto di *oscurità* davvero inatteso. Naturalmente vorrete saperne il perchè, ed eccolo. Per qual ragione vediamo gialla la luce attraverso il vetro giallo? Perchè esso trattiene tutti i raggi diversamente colorati dal giallo, lasciandosi attraversare solamente da quelli di questo colore. E analogamente il vetro azzurro perchè lascia passare solamente i raggi azzurri dello spettro, mentre trattiene tutti gli altri.

Ora la luce della lampada attraversando il vetro giallo avrà *perduto* per modo di dire, tutti i suoi raggi eccettuati i gialli; questi soli dunque giungeranno al vetro azzurro che avremo disposto dietro al giallo. Ora il vetro azzurro non potrebbe lasciar passare che dei raggi azzurri, *che non riceve* nel nostro caso, mentre sa trattenere tutti gli altri e quindi anche i gialli che sono i *soli che riceve*. Ne segue che *nessun* raggio luminoso passa attraverso ad esso, al che corrisponde l'*oscurità*.

Conclusione. In matematica *due* e *due* fanno sempre quattro; ma in fisica accade molte volte di ottenere, con gli stessi elementi, risultati diversi.

LA STELLA TRICOLORE

Mediante due candele si proiettano sopra uno schermo bianco le ombre di due stelle di quattro punte ritagliate in un cartoncino o cartone che si piega verticalmente in modo da rendere possibile il far coincidere le due ombre centro a centro. Siccome si saranno tagliate le due stelle colle punte secondo assi perpendicolari fra loro, come ben si vede nella figura 182, le loro ombre coincidenti formeranno una stella di 8 punte. Interponendo fra una delle candele e la corrispondente stella traforata, un bicchiere d'acqua colorata od un vetro colorato, come nell'esperienza precedente, si otterrà l'ombra di tale stella del colore stesso della

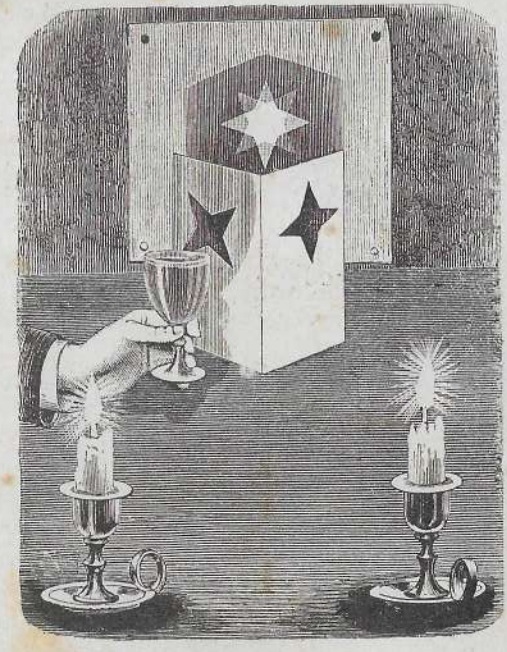


Fig. 182.

sostanza interposta, mentre le altre quattro punte appariranno del colore complementare come nell'esperienza precedente. Il centro poi della stella sarà costituito da un'altra stella di otto punte tutta bianca poichè in essa si confonderanno le due tinte complementari. Con opportune colorazioni si possono ottenere bellissimi effetti.

RAGGI X.... OD Y?

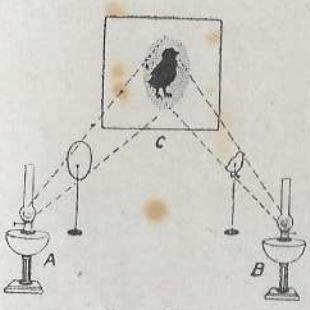


Fig. 183.

Sia *C* uno schermo trasparente, sul quale a mezzo di due lampade *A* e *B* si possono proiettare — *in posizione accuratamente prestudiata* — le ombre di due oggetti opportunamente scelti (fig. 183). Per esempio, nella nostra figura si vedono disposte le cose in modo da far apparire la *radiografia* del pulcino nell'uovo. Si comincia col proiettare l'ombra d'un uovo (contorno ritagliato in cartoncino) si abbassa poi la lampada *A* e si scopre la *B* in modo da rendere visibile l'ombra del pulcino entro quella dell'uovo. Naturalmente, possono essere infiniti i soggetti adatti ad un'operazione di questo genere e si potrà sbizzarrirsi a farne una buona scelta.

LA TROTTOLA GRIGIA

Si è già veduto come si possano ottenere tinte quasi bianche, nella rotazione di dischi a settori variamente colorati, cioè con colori *complementari*. Osserveremo ancora come facendo ruotare dischi nei quali il bianco ed il nero siano ugualmente distribuiti si ottenga sempre una tinta bigia, indipendentemente dal *modo* di distribuzione dei due colori sul disco. Effetti analoghi si ottengono anche quando il bianco ed il nero *non* sono ugualmente distribuiti. La fig. 184 rappresenta due degli infiniti modi nei quali tale distribuzione può farsi. I dischi, di cartoncino, così colorati all'inchiostro di Cina si fissano sopra una trottola a dorso piano e si fanno ruotare rapidamente.

Con la disposizione della figura si producono nella rotazione una serie di anelli grigi tanto più scuri quanto più prossimi al centro; essi sembrano più chiari nella loro parte interna. Se in luogo di colori bianco o nero si scelgono due colori differenti, ciascuna corona circolare presenterà due colorazioni distinte. Così ad esempio nel caso dell'azzurro e del giallo, ciascuna corona sembra gialla nel margine esterno e azzurra in quello interno.

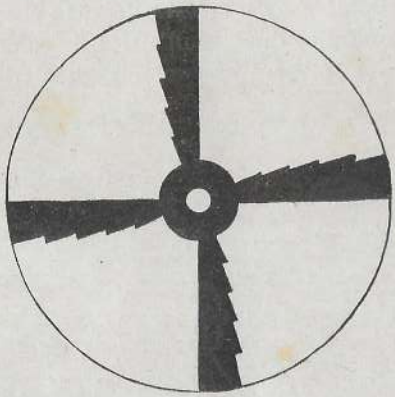


Fig. 184.

LA SCELTA D'UNA GUARNIZIONE

Una modesta trottola fatta con una matita e un disco di cartone uniti a ceralacca ci può servire a riconoscere se una data guarnizione sia o no adatta ad una data stoffa, s'intende per quanto riguarda l'avvicinamento dei colori. Si copre il disco della trottola (di 10 cm. circa di diametro) con un pezzo della stoffa, fissandovela con spille; si fissa verso il margine un pezzo della guarnizione di circa 2 cm. di lato e si fa girare la trottola. Nella rotazione i colori si fondono in una tinta unica tanto per la stoffa come per la guarnizione. Se si vuole che questa armonizzi bene con la stoffa occorre che le due tinte dirò così *di fusione* siano assai poco diverse fra loro. Se invece si vuole che la guarnizione stacchi molto dalla stoffa bisogna che le due tinte siano molto differenti armonizzando però bene insieme.

Se con questo procedimento qualche gentile Lettrice riuscirà a far ammirare la propria toeletta per l'armonia dei colori ci sappia grado di averle suggerito il modo d'ottenere con un mezzo così semplice un tanto effetto!

IL CROMATROPO

Il *contrasto simultaneo dei colori* è l'effetto che due colori diversi messi vicini esercitano l'uno sull'altro; i colori complementari acquistano vivacità, mentre in generale gli altri ne perdono.

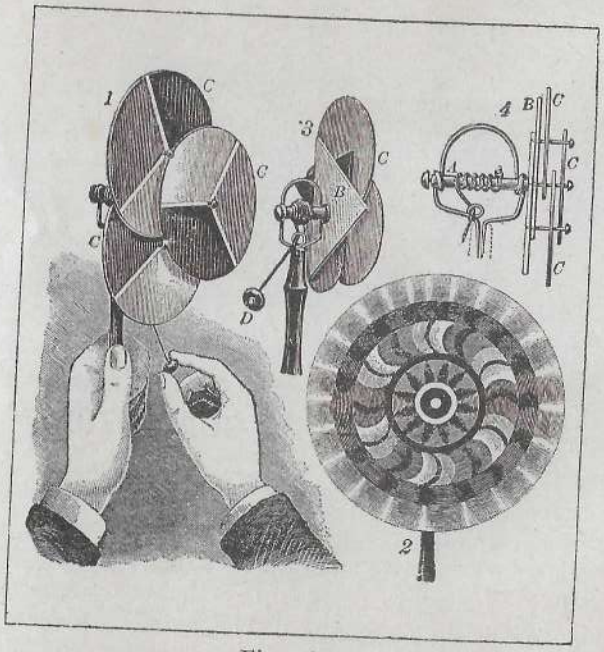


Fig. 185.

Dalla combinazione della persistenza delle sensazioni luminose sulla retina col contrasto dei colori si possono ottenere effetti graziosi come ha luogo in un giocattolo interessante che è il *Cromatropo*.

Esso è costituito da un asse *A* (fig. 185) che porta due triangoli *B* disposti in modo da formare una stella regolare a 6 punte;

uno di questi triangoli è rosso, l'altro verde bluastro (colori complementari).

Negli angoli di uno di questi triangoli si possono fissare dei piccoli chiodi che servono di perno a tre dischi *C* (1, 3, 4 nella figura). Ciascun disco è suddiviso in tre settori uguali, colorati rispettivamente in rosso, verde e violetto.

Attorno all'asse *A* è avvolto una spago che passa entro un anello formato dal filo che fa da sostegno all'asse. Tirando questo spago, che ha un capo fissato all'asse *A*, si fa ruotare rapidamente il sistema, e i colori coi quali sono tinti i varii settori dei tre dischi, si confondono in tante gradazioni che dipendono dalle rispettive posizioni di essi settori, dando luogo a svariatissimi effetti, dei quali la fig. 190, n. 2, non dà che un'assai pallida idea. mancando dei colori.

CAMERA OSCURA

La camera oscura, applicata già da Leonardo da Vinci, è assai semplice, sia come principio che come costruzione.

Siccome la luce si trasmette in linea retta, in mezzi omogenei, ne viene che l'immagine d'un oggetto ottenuta dal passaggio dei

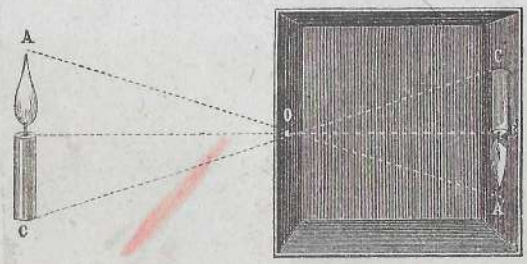


Fig. 186.

raggi luminosi che partono da esso, attraverso ad un foro praticato in uno schermo opaco risulterà capovolta.

Per potere nettamente verificare questo fatto occorre eliminare le altre irradiazioni illuminose che confonderebbero l'immagine che si vuole osservare. A tal uopo si dispone lo schermo sul quale si vuole osservare l'immagine dell'oggetto in un ambiente o ca-

mera oscura che può essere una vera sala d'appartamento oppure una semplice scatola con un forellino in una delle pareti (fig. 185).

Se chiudiamo le imposte d'una sala, eliminiamo in essa ogni infiltrazione luminosa, e lasciamo l'accesso alla luce solo per un forellino praticato in una delle imposte stesse, contrapponendo uno schermo al foro stesso, ad una certa distanza, potremo osservare la riproduzione perfettissima di ciò che sta fuori della finestra, sia dal lato geometrico sia dal lato colori; solamente come ho detto, l'immagine sarà *rovesciata*, cioè si vedrà il basso in alto e viceversa, la parte destra a sinistra e viceversa. Tutti conoscono la camera oscura d'una macchina fotografica, nella quale il foro è munito di lenti (obbiettivo) il cui scopo è di rendere assai più nitida l'immagine, e le pareti sono nere per evitare riflessioni di luce secondarie.

L'OMBRA ANIMATA

Per eseguire quest'esperimento occorre collocarsi nell'angolo di una sala. Ne darò la spiegazione coll'aiuto della figura, per maggiore chiarezza (fig. 187). L'ombra sul muro è quella della persona

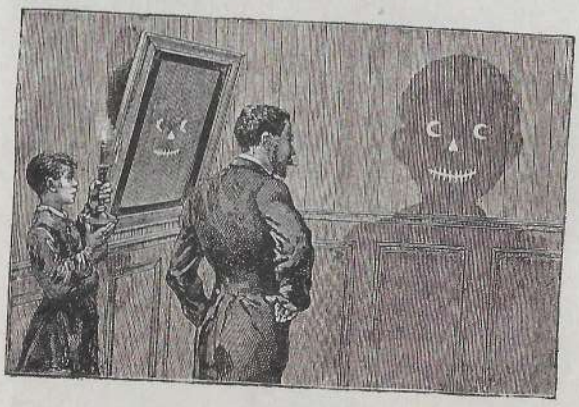


Fig. 187.

adulta ed è dovuta alla sorgente luminosa a sinistra della figura. Al muro di sinistra è appeso uno specchio; per tentativi si riuscirà, con opportuni spostamenti del lume e della persona o di tutti e due, a far coincidere sul muro l'ombra della testa col ri-

flesso dello specchio. Basterà allora coprire lo specchio con una carta molto opaca nella quale si saranno intagliati gli occhi, il naso, i denti a traforo. Lo specchio così coperto non rifletterà più la luce che nelle figure traforate e basterà spostare il lume in modo che queste si proiettino sull'ombra della testa in giusta posizione. Se nello specchio si sovrappongono due carte traforate esattamente nello stesso modo, delle quali una sia fissa allo specchio stesso e l'altra mobile, spostando questa sulla prima si darà alle proiezioni degli occhi, ecc., una mobilità che farà assumere atteggiamenti feroci, infernali, alla testa sul muro.

LE OMBRE DIVERSE

Si dispongano due candele ad uguale distanza dal muro e distanti fra loro circa un metro. Si tagli in un cartoncino una ruota a grossi denti e la si fissi con una spilla su di un regolo (fig. 188). Disponendo questa ruota parallelamente al muro in modo da avere

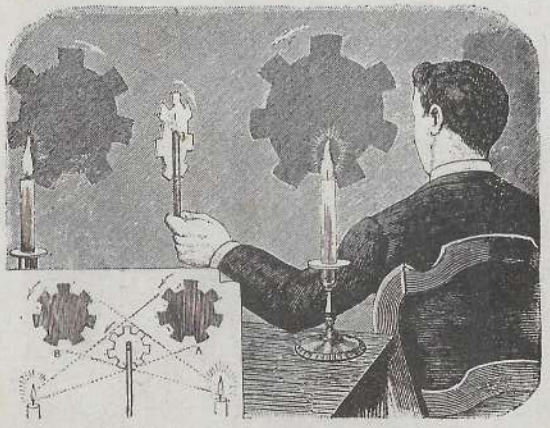


Fig. 188.

due ombre uguali, come nella piccola figura a sinistra, e facendola girare non più parallelamente al muro, ma perpendicolarmente ad esso, come nella figura grande, avvicinandola o scostandola dal muro potremo trovare una posizione per la quale le due ombre

proiettate siano circolari anzichè ellittiche. Questo fatto si spiega coll'esistenza, in un cono a base circolare, di due sorta di sezioni circolari. le une parallele alla base, come nel primo caso dell'esperienza, le altre, che sono quelle del secondo caso, dette *antiparallele*. I coni sarebbero qui costituiti dai fasci di raggi luminosi partenti dalla fiamma di ciascuna candela, (vertici) ed intercettati dalla ruota di carta.

LA PENOMBRA

Fig. 189.

Fig. 190.

Si tagliano col temperino in un pezzo di cartoncino le parti *chiare* di una figura qualunque (fig. 189, lettera *a*). Esponendo il disegno a traforo così ottenuto, ad una luce intensa od almeno

abbastanza viva, in modo che la sua ombra si proietti sopra uno schermo o sul muro, si avrà — se questo è vicino al disegno — un'immagine a contorni duri come vedesi nella figura stessa.

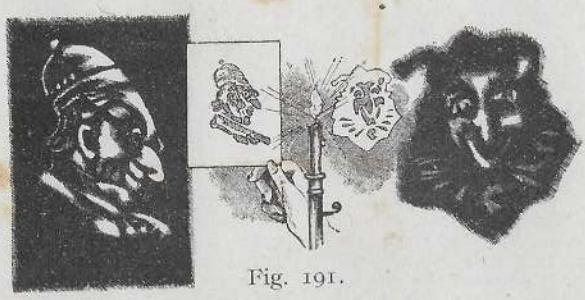


Fig. 191.

lettera *b*; ma ad una certa distanza la *penombra* addolcirà tali contorni producendo un'immagine a mezze tinte di bell'effetto, come quella della lettera *c*.

Le figg. 190, 191 rappresentano altri esperimenti dello stesso genere.

IMMAGINI OSCURE

Una piccola esperienza assai comune consiste nel proiettare sopra un muro bianco la fiamma rovesciata di una candela, interponendo fra questa ed il muro una carta da visita nella quale si sia praticato un forellino.

Si tratta del principio della *camera nera* o *camera oscura* (Vedi pag. 157). Tale esperienza si presta pure per l'osservazione delle eclissi.

L'esperienza qui indicata è precisamente contraria di quella, e consiste cioè nell'ottenere un'immagine nera della fiamma rovesciata, su fondo bianco. Basterà perciò interporre tra la sorgente luminosa ed il muro, invece della carta da visita traforata uno schermo trasparente sul quale sia un piccolo spazio opaco, per esempio un pezzo di vetro con una macchia d'inchiostro di Cina di due mm. di diametro.

L'esperienza riesce assai bene interponendo semplicemente tra la fiamma ed il muro una piccola spilla a testa sferica di 1 a 2 mm.

di diametro. Si possono presentare ad un tempo i due fenomeni in modo netto e chiaro dividendo una lastra di vetro rettangolare in due parti uguali, delle quali una ricoperta di uno strato di pittura nera ben opaca; in questo strato si praticano alcuni fori trasparenti togliendo con una punta la pittura, deponendo invece sull'altra porzione della lastra altrettante macchie disposte nello stesso ordine e distanza.

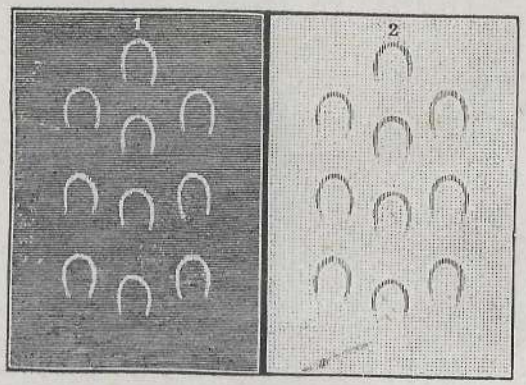


Fig. 192.

Ponendo ad esempio questa lastra fra una lampada elettrica ad incandescenza ed uno schermo bianco si avranno su questo due serie d'immagini rovesciate del filamento luminoso, le une bianche su fondo nero, le altre nere su fondo bianco, come rappresenta la fig. 192.

TROTTOLA ALTERNANTE

In un disco di cartoncino coperto di carta nera, o colorata in nero, fate passare (per due punti vicini al centro) uno spago come in figura, per poterla far girare. Nel disco avrete praticato quattro fori agli estremi di due diametri perpendicolari.

Nella rotazione, la *persistenza delle immagini sulla retina* vi farà vedere curiose ed eleganti figure geometriche alcune delle quali sono rappresentate in figura.

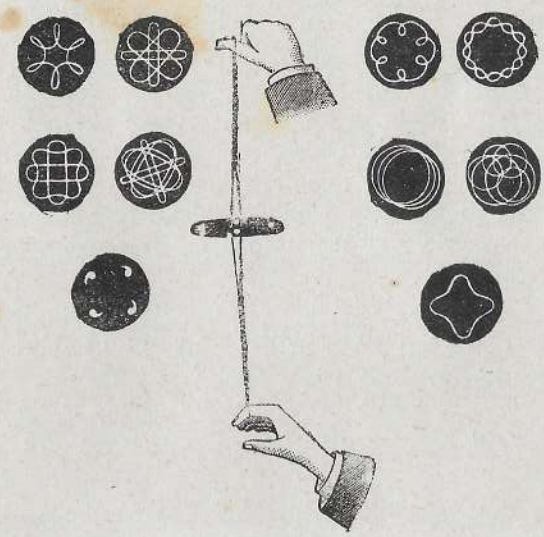


Fig. 193.

TRIBOLUMINESCENZA

Non tutte le parole nuove possono essere belle! In compenso hanno il vantaggio di esprimere *molto in poco*.

Triboluminescenza significa infatti la proprietà che una sostanza possiede, di emettere luce quando venga scalfita o sfregata. Il Sig. W. S. Andrews ha descritto (1) un composto fortemente triboluminescente così composto:

Carbonato di zinco	70
Fiori di solfo	30
Solfato di manganese	tracce

Si mescolano il carbonato di zinco, in polvere, con lo solfo; quindi si scioglie un pezzetto di solfato di manganese in acqua distillata e si aggiunge alla miscela delle polveri quanto basta di questa soluzione per ottenere una crema densa. Si tritura bene in un mortaio, quindi si versa in un bicchiere poco profondo od

(1) *American electrochemical Society*. 1911.

in una capsula di porcellana e si essica a calore moderato. Si riduce poi in polvere fina e si comprime in un crogiolo di porcellana o di terra refrattaria; si chiude bene e si scalda al bianco brillante (in un fornello di fucina da fabbro) per una ventina di minuti. La miscela si rapprende in una massa pietrosa, che emette una serie di scintille gialle quando si scalfisce. Queste scintille non accendono però i gas infiammabili, talchè la miscela non è un surrogato della selce, dell'acciarino o del ferro-cerio degli accenditori per sigari.

Il nitrato d'uranio cristallizzato e ben secco diviene fosforescente rompendolo. Chiuso in bottiglia e agitato produce magnifici giochi di luce.

Lo zucchero raffinato, diventa fosforescente sfregandone due pezzi insieme.

FLUORESCENZA

Si può rendere fluorescente la superficie dell'acqua versandovi alcune gocce d'una soluzione di solfato di chinino nell'acqua acidulata con acido solforico.

FOSFORESCENZA

La maggior parte dei composti calcari diventa fosforescente nell'oscurità, dopo esposizione alla luce del sole. Tali sono il carbonato e il solfato di calcio, il fluoruro di calcio (varietà *clorofane*), le conchiglie, le perle.

ELETTRIZZAZIONE DELLA CARTA

È ormai a tutti noto che certe sostanze acquistano la proprietà di attirare i corpi leggeri (pezzetti di sughero, di midollo di sambuco o di giunco, pagliuzze, ecc.) quando vengono sfregati fortemente con una flanella o con un pezzo di panno, di pelle o di pelliccia. Fra le sostanze che godono di tale prerogativa vanno annoverati il vetro, le resine, lo solfo, la cera, ecc.; si può mettere pure nel numero la carta. È però da ricordarsi che le esperienze di questo genere non riescono bene se non con tempo *secco*.

Se adunque si sfreghi con la mano, con una spazzola, od altro dei corpi suindicati, un pezzo di carta sottile, esso aderirà facilmente ai capelli, alla pelle. Operando invece su di un cartoncino (cartolina postale) si potrà ottenere una somma di attrazione elettrica tale da produrre il movimento di un bastone posato in equilibrio sulla spalliera d'una sedia. Basterà perciò avvicinare la carta elettrizzata all'impugnatura del bastone.

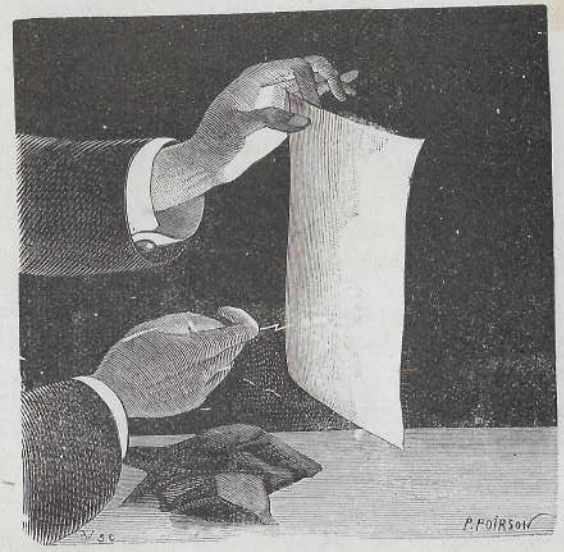


Fig. 194.

Si possono ottenere risultati anche più soddisfacenti con la *carta-pergamena*, che si sfrega tenendola posata su tela cerata.

In questi esperimenti occorre che la carta sia posata sopra un'assicella o su un tavolo di legno bianco *ben secco*, cioè previamente scaldato alla stufa o simile, e — come si è detto — i risultati saranno più soddisfacenti operando con tempo asciutto.

Si possono accrescere notevolmente le proprietà elettriche della carta sottoponendola ad uno speciale trattamento. Basta immergere della comune carta collata — carta bianca da filtro, svedese, o carta da copialettere — in una miscela a volumi uguali di acido nitrico ed acido solforico; si lava subito, abbondantemente e si lascia asciugare. Questa carta, imperfettamente trasformata in pi-

rossilo, (fulmicotone) è estremamente elettrica; se la si pone su di un tavolo di legno, o meglio su di una tela cerata, e la si sfrega con la mano essa attira tosto i soliti corpuscoli leggeri. Nell'oscurità al momento in cui si stacca la carta dalla cerata, tutta la sua superficie risplende come il fosforo, e avvicinandovi il dito ne sprizza la scintilla elettrica (fig. 194). Si può usarla come si è detto per la carta comune.

ELETTOFORO SEMPLICISSIMO

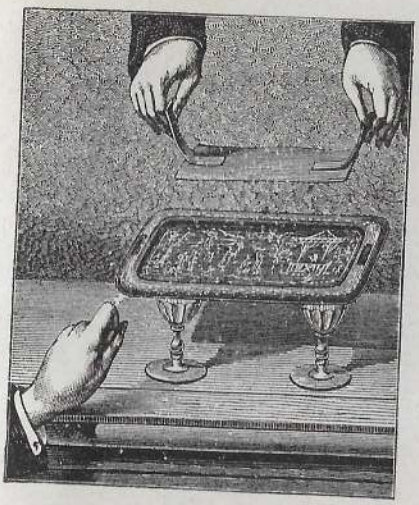


Fig. 195.

Si pone un vassoio di latta comune verniciato, sopra due bicchieri di vetro asciutti che serviranno ad isolarlo dal tavolo e quindi dal terreno (fig. 195). Si taliga un foglio di carta forte da imballaggio, di dimensione tale da potere facilmente adattarsi sulla parte piana del vassoio, e con ceralacca vi si fissano due strisce di carta, in modo da poterla facilmente sollevare quando sia posata sul vassoio.

Preparato tutto ciò si scalda il foglio di carta sopra fuoco ardente, a più riprese affinchè sia ben asciutto e che la sua temperatura sia quanto è possibile elevata. Lo si pone allora, rapidamente perchè non si raffreddi, sopra una tavola di legno e si sfrega fortemente con una spazzola da abiti dura e ben secca. Si pone il foglio sul vassoio, si tocca questo col dito e si solleva la carta per mezzo delle strisce ad essa attaccate. Se allora una persona avvicina un dito al vassoio ne scoccherà una scintilla visibile. Si potrà rimettere la carta sul vassoio e ripetere le operazioni indicate e ciò per varie volte di seguito.

Per accumulare l'elettricità che siamo così riusciti a produrre potremo fare una specie di *bottiglia di Leyda*, nel modo qui sotto indicato.

LA BOTTIGLIA DI LEYDA

Con questo nome s'indica un *condensatore* di elettricità molto usato nei gabinetti di fisica. Si può costituirne uno molto semplice mettendo dei pallini da caccia in un bicchiere e in mezzo ad essi un cucchiaio da caffè. Il vetro è *isolante* per cui se *caricheremo* di elettricità la massa metallica, tale elettricità dovrà rimanervi accumulata, non potendo comunicare col terreno attraverso le pareti del bicchiere (fig. 196).

Fig. 196.

Per caricare l'apparecchio basta avvicinarlo all'orlo del vassoio di cui nell'esperienza precedente, in modo da farvi scoccare alcune scintille sul manico del cucchiaio. Avvicinando poi il dito al cucchiaio se ne trarranno scintille assai più lunghe che non dal vassoio; occorre però che tanto i pallini come il cucchiaio ed il bicchiere siano ben secchi.

BOTTIGLIA DI LEYDA VIVA

Uno sgabello coi piedi entro altrettanti bicchieri di vetro robusti costituirà un sopporto isolante. Una persona monterà su di esso e terrà p. es., nella mano destra, ben secca, una lastra di ebanite o di gomma elastica; un'altra persona poserà la sinistra, aperta, su tale lastra. Se allora lo sperimentatore isolato tocca il bottone d'una macchina elettrica in azione, entrambi gli sperimentatori sentiranno nella mano un crepitìo e un formicolìo dovuti all'attrazione, attraverso la lastra isolante, delle due elettricità contrarie.

Si ha così una specie di bottiglia di Leyda; per iscaricarla i due operatori non hanno che a darsi l'altra mano e proveranno allora la scossa. Quanto alla macchina elettrica vera.... si può sostituirla con una delle imitazioni descritte più oltre.

IL RAGNO ELETTRICO

Si fa un pendolino elettrico, anzichè con una semplice pallottola di midollo di sambuco, con una imitazione di ragno, sia con la pallottola stessa, sia con una di sughero bruciacchiato, munita di otto (otto, non sei!) zampette di filo di lino oppure di

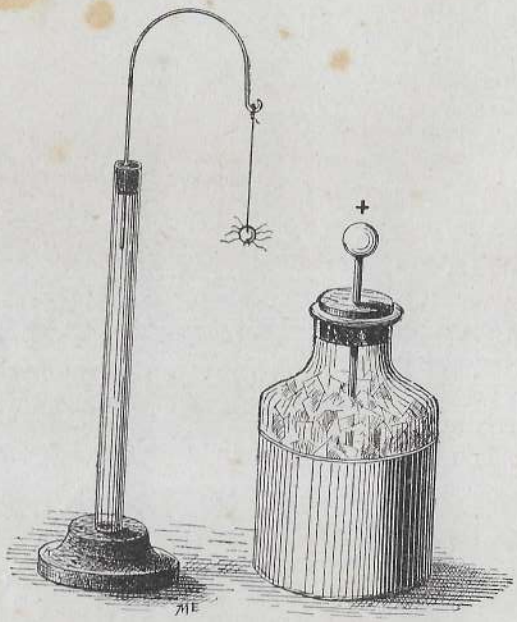


Fig. 197.

metallo assai sottile (figura 197). Collocando la nostra bottiglia di Leyda, carica, in prossimità del ragno (che avrà un sopporto di vetro) in modo che questo sia equidistante dal sopporto e dalla bottiglia, lo si vedrà andare dall'uno all'altra armeggiando con le zampine in modo co mico. Esso compirà le sue peregrinazioni fino ad avere scaricata la bottiglia alla quale sottrae un po' della sua elettricità ad ogni contatto delle zampette.

MACCHINE ELETTRICHE SEMPLICISSIME

I.

Si può fare una macchina elettrica con un semplice tubo da lampada a petrolio od a gas. A tal uopo si fissa mediante gomma un anello di stagnola attorno al tubo di vetro, a metà circa della sua lunghezza. Si fissa una striscia di stagnola lungo una generatrice del tubo, lasciando fra essa e l'anello un distacco di circa 1 cm.; la striscia deve partire da una delle estremità del tubo.

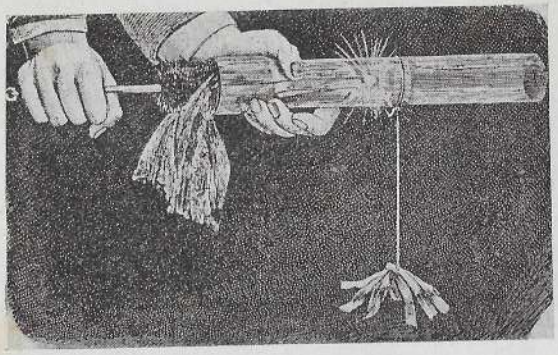


Fig. 198.

S'introduce allora nel tubo lo scovolino di pelo, avvolto in un fazzoletto di seta e si sfrega vivamente con esso l'interno del tubo, avendo cura che le mani non abbiano a toccare la stagnuola. Se si opera nell'oscurità si vedrà, ad ogni volta che si estrae lo scovolino, svilupparsi fra le stagnuole una bellissima scintilla elettrica (figura 198).

Si potranno con questa macchina elettrica di nuovo genere ripetere alcune delle note esperienze di scuola; così ad esempio avvolgendo sull'anello di stagnuola un filo di ottone o di rame al quale siano fissate delle piccole strisce di carta sottile (da sigarette) si vedranno queste allontanarsi (come nell'elettroscopio a foglie d'oro) quando s'introduca lo scovolino nel tubo per l'estremità opposta a quella di prima.

Con queste esperienze vengono ad essere dimostrati alcuni principî di elettrostatica quali l'elettrizzazione del vetro per isfregamento, la conducibilità dei metalli e la non conducibilità del vetro per l'elettricità, la ripulsione delle elettricità contrarie (strisce di carta). Gioverà ripetere che sarebbe inutile tentare l'esperienza con tempo umido od in una sala affollata. Occorre per la sua buona riuscita che il tempo sia secco e che tanto il vetro come lo scovolino, il fazzoletto, le mani, ecc., siano stati asciugati e scaldati prima di operare.

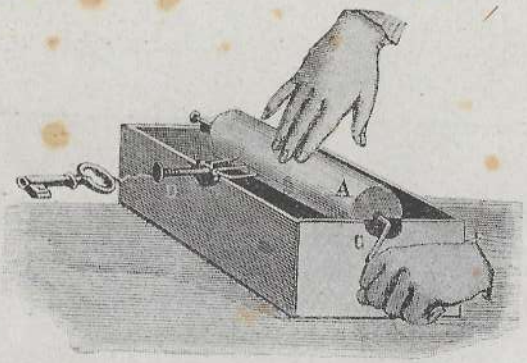


Fig. 199.

II.

Si trovano in commercio dei cilindri di solfo assai adatti al nostro scopo; in ogni caso è facile fabbricarsene uno colando del solfo fuso in uno stampo liscio. Ad una delle estremità *B* del cilindro di solfo (fig. 199) si fissa un chiodo, a caldo; all'altra estremità *A* un pezzo di filo di ferro *C* piegato a manovella. Si dispone il cilindro così preparato su di un sopporto, una cassetta di legno o di cartone, facendo poggiare il chiodo e la manovella su ceralacca per isolare il cilindro. In *D*, si fissa pure con ceralacca, un altro chiodo termitato da alcune spille a modo di pettine saldate e fissate a *contatto* di esso con ceralacca.

Facendo allora girare la manovella con una mano, tenendo l'altra appoggiata sul cilindro di solfo, si potranno produrre in *D* scintille bluastre ben visibili nell'oscurità. La prima macchina elettrica, costrutta da Ottone di Guéricke, aveva appunto tale disposizione.

MACCHINA ELETTRICA ANIMALE

Quando si disponga di un gatto *di buona pasta* si può, in modo semplicissimo, ottenere una macchina elettrica di una certa potenza. Ecco come si deve procedere (fig. 200).

Fig. 200.

Si fa sedere la persona che deve tenere sulle ginocchia il gatto, sopra uno sgabello isolato elettricamente dal suolo col poggiarne le gambe entro bicchieri o in sopporti di vetro per ruote da pianoforte. Basterà allora passare a varie riprese la mano sul dorso del gatto, *senza fare troppa pressione*. Dopo otto o dieci passate della mano si sentirà sulla pelle del gatto uno schioppettio prodotto da scintille elettriche e si potrà, continuando, ricavare anche delle scintille dal corpo della persona che siede sullo sgabello; è bene avere la precauzione di non trarre tali scintille dagli occhi.

Per la buona riuscita dell'esperimento occorre che il tempo sia molto secco, l'ambiente riscaldato come pure la mano dell'operatore, e che le vesti non vengano a comunicare con quelle della persona seduta sullo sgabello, il che determinerebbe la scarica della nostra macchina nel suolo.

L'ELETTROSCOPIO SEMPLIFICATO

Possiamo con tutta facilità costrurre uno di questi apparecchi di fisica. Pieghiamo a forma di *Z* un filo di ferro e facciamolo poggiare sull'orlo d'un bicchiere. Posiamo su di esso un piatto (od

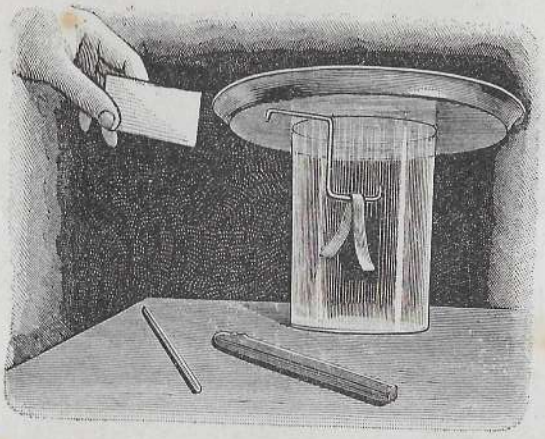


Fig. 201.

anche una semplice lamina) di metallo; occorre avere l'avvertenza che la parte verticale del filo di ferro non tocchi il bicchiere. A cavallo della parte orizzontale del detto filo entro il bicchiere, si mette una striscia di stagnola, ed ecco pronto l'elettroscopio (figura 201).

Avvicinando al piatto un bastoncino di vetro o di ceralacca sfregato fortemente con lana, vedremo tosto le due foglie di stagnuola scostarsi con violenza. Questo strumento potrà dunque servirci per riconoscere se un corpo sia o no elettrizzato. Nè questo solo potremo per suo mezzo conoscere, ma anche il genere dell'elettricità del corpo che si sta esaminando. Infatti se fac-

ciamo scaldare un pezzo di buona carta di cotone e la strofiniamo fortemente con una spazzola, avvicinandola poi al piatto di metallo, vedremo la stagnola spostarsi come poc'anzi nell'altro esperimento. Toccando il piatto col dito le foglie di stagnola ricadranno. Scostando poi il dito e lentamente la carta, le foglie divergeranno nuovamente. L'apparecchio trovasi allora carico di elettricità contraria a quella della carta.

Per conoscere di che genere d'elettricità si tratta, si avvicini al piatto, lentamente, una bacchetta di vetro fortemente sfregata con lana; la divergenza delle foglie di stagnola aumenterà dal che dedurremo essere l'elettricità della stagnola dello stesso genere di quella del vetro, vale a dire positiva; quindi quella della carta era negativa.

ELETTRICITÀ VITREA

Nel mezzo d'un turacciolo di sughero piantiamo, per la *cruna*, un'ago da cucire. Su questo perno collochiamo una croce di carta tagliata come nella fig. 202, regolandone le punte in modo che essa

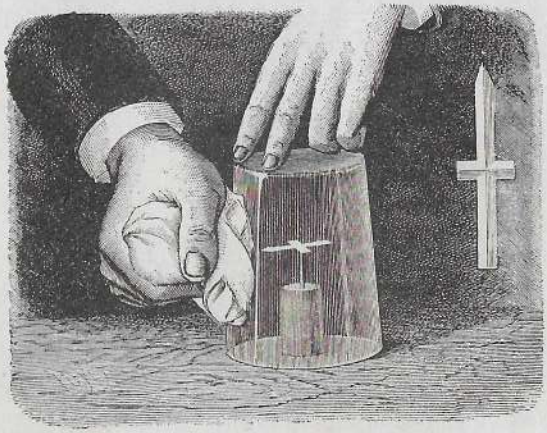


Fig. 202.

resti in equilibrio avendo la punta dell'ago nel suo centro. Si noti che la croce deve essere solamente *posata* sull'ago, e non conficcata. Copriamo poi con un bicchiere, scaldato per ben prosciugarlo.

Ed ora proponiamoci di far prendere alla croce la posizione che meglio ci accomoda, senza toccarla e senza sollevare il bicchiere. Per riuscirvi basterà sfregare con una flanella la parete del bicchiere dalla parte verso la quale vogliamo far dirigere la croce; il vetro elettrizzato per effetto dello sfregamento, attirerà infatti la croce verso quella parte allo stesso modo che un bastone di ceralacca sfregato attrae i corpi leggeri. Senonchè l'elettricità sviluppata nel vetro (vitrea) è ben diversa da quella sviluppata nella ceralacca (resinosa) come vedremo in altro esperimento.

Se sfreghiamo la parte superiore del bicchiere anzichè la parete, vedremo la croce mettersi in rapido movimento di rotazione del quale potremo profittare trasformando la croce in una *giostra* di carta con relativi cavalli, mostri, barche, ecc.

OLIO ATTRATTO ELETTRICAMENTE

Si riempie d'olio un piccolo vetro da orologio, colmandolo in modo che l'olio formi un forte menisco convesso all'orlo del vetro stesso. Questo dovrà essere posato sopra un piccolo sopporto, ad es., un bicchiere da rosolio capovolto.

Basterà avvicinare alla superficie dell'olio un bastone di vetro elettrizzato per sfregamento nel solito modo, per vedere formarsi delle protuberanze coniche nel liquido con proiezione di numerose bollicine d'olio sul bastone di vetro.

LA PIPA DOCILE

Tutti conoscono l'esperimento elementare di fisica detto *pendolino elettrico*. Si può modificare l'esperimento nel modo seguente che non richiede alcun apparecchio speciale (fig. 203).

Si pone una pipa comune, di gesso, in bilico sull'orlo d'un bicchiere qualunque di vetro o di cristallo; si riuscirà con qualche tentativo. Ciò fatto si può porre il seguente quesito: far cadere la pipa senza scuotere nè la tavola, nè il bicchiere e senza agitare l'aria vicino ad essa. L'elettricità ci darà la soluzione del

problema, invero un po' difficile senza tale aiuto. Si prende un altro bicchiere ben asciutto e lo si fsrega fortemente sul *panno* della manica. Lo si avvicina quindi ad un cm. circa dalla cannuccia della pipa, sulla quale eserciterà una viva azione attrattiva; spostando il bicchiere la pipa lo seguirà e si potrà così riuscire nell'intento, cioè a farla cadere senza averla toccata.

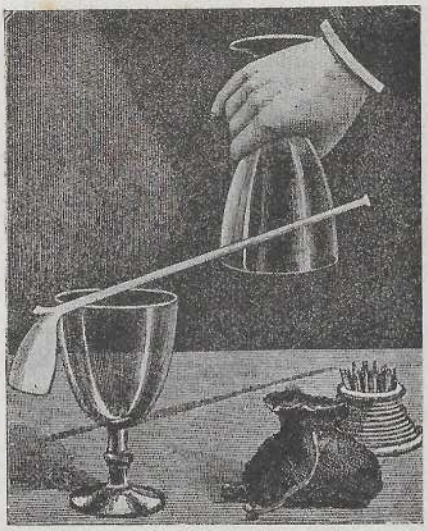


Fig. 203.

ELETTRICITÀ STATICA CON LAMPADINE AD INCANDESCENZA

Scaldate leggermente una lampadina ad incandescenza e sfregatela con una stoffa di seta; avvicinandola a corpi leggeri e secchi — carta, midolla di sambuco, sughero, ecc. — avrete i ben noti fenomeni di attrazione.

Tenete la lampadina con una mano, all'oscuro, e sfregatela con stoffa di seta o di lana; il suo interno spanderà luce bluastra caratteristica dell'effluvio. Si ottiene lo stesso risultato passando rapidamente la mano, asciutta, sulla lampadina. Se, cessato lo sfregamento, si tocca la superficie della lampadina il suo interno

si illuminerà subito, e l'esperienza potrà essere ripetuta parecchie volte, senza ripetere lo sfregamento del globo. Per questi esperimenti servono benissimo anche le lampade fuori uso, col filamento rotto.

La spiegazione di questo fenomeno è semplice: il vuoto fatto nella lampada costituisce un conduttore eccellente che sostituisce nell'interno del globo l'armatura interna d'una bottiglia di Leyda.

D'altra parte, la sottigliezza del vetro dei globi dà — per una data superficie — una grandissima capacità elettrostatica al sistema, essendo questa capacità, a parità di altre condizioni, inversamente proporzionale allo spessore del dielettrico. Tanto meglio, poi, se si guarnirà la superficie del globo con un foglietto di stagnola, per avere un condensatore perfetto.

MAGÌA ELETTRICA

Se si pone una lastra di vetro sopra due libri di uguale altezza e la strofina con uno straccio di lana o con una pelliccia,

Fig. 204.

dopo avervi posto sotto della limatura fina di sughero, si vede questa polvere attratta dalla lastra elettrizzata aderire alla sua faccia inferiore.

Si può trar partito da questo fenomeno elettrico per fare un giochetto di *magìa* elettrica. Si traccia sul vetro, con un pennello intinto di glicerina, una figura qualunque, di fantasia o lucidata su di un disegno. Si fa poi osservare al *pubblico* che la lastra non produce alcuna ombra interponendola fra la candela ed il muro. Si pone allora la lastra sui libri nel modo indicato (figura 204) col lato della figura al disotto. Strofinando la lastra, la polvere di sughero aderirà a tutta la superficie di essa, ma basterà soffiarvi sopra per iscacciare tutta quella che aderisce soltanto al vetro; quella aderente alla glicerina rimarrà e si potrà così far vedere come si sia prodotta sulla lastra una figura magica che si potrà proiettare in ombra sul muro in modo ben visibile.

I FANTOCCI ELETTRIZZATI

Questi fantocci si possono preparare a piacere, con midollo di sambuco secco; i capelli si fanno con seta; i varii pezzi s'incollano, ovvero si uniscono con fili.

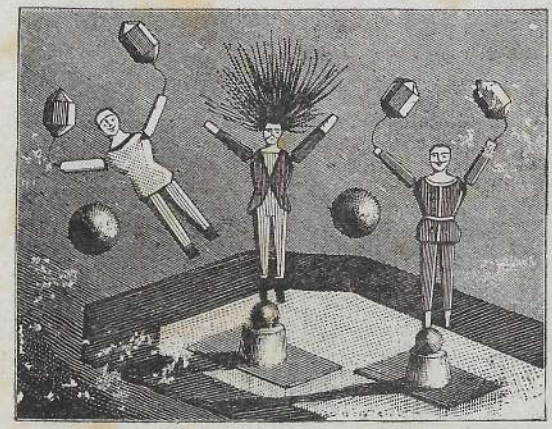


Fig. 205.

L'elettricità si ottiene strofinando una lastra di *ebanite* di cm. 20 per 30 circa, nel cui centro se ne incolla una sottile di stagno di circa 10 per 15 cm. Dopo averla posata su di un tavolo di legno la si sfrega sulle due facce successivamente col palmo

della mano; sollevandola allora con una mano e avvicinando l'altra alla stagnola se ne potranno cavare scintille abbastanza lunghe (1 a 2 cm.).

Collocando i fantocci sullo stagno, dopo eseguito il detto strofinamento, e sollevando il tutto, si vedranno agitarsi, muovere braccia e gambe se snodate, drizzarsi i capelli, ecc., in modo abbastanza comico.

Questi fenomeni si spiegano con la teoria dell'elettroforo di Volta; infatti la lastra di ebanite e la stagnola costituiscono appunto un elettroforo.

PILE ECONOMICHE

I.

Si prende un recipiente di terra o di vetro, della capacità di circa 150 gr. d'acqua. Vi si mette una soluzione di sale ammoniaco e in essa si immergono un pezzo di carbone di storta ed un pezzetto di zinco; come carbone può servire benissimo uno di quelli delle lampade ad arco.

II.

Si prendono parti uguali di carbone coke (o meglio di storta) e di perossido di manganese, e si riducono in pezzetti della grossezza di un pisello. Si mette il tutto in un piccolo sacco di tela in mezzo al quale si fissa un pezzo di carbone di storta che servirà da elettrodo. Una sbarretta di zinco, una soluzione di sale ammoniaco ed un vasetto da conserve completano l'apparecchio al quale si dà la disposizione delle usuali pile Leclanché. La pila così composta ha la forza d'una Leclanché e può durare assai a lungo. Furono fatte applicazioni di tali pile a suonerie elettriche, che durarono più d'un anno in perfetto ordine.

III.

DI GRANDE POTENZA

Sul fondo d'una bacinella per fotografia (cm. 13×18) si dispone una lamina di rame saldata ad un conduttore emergente. Si protegge questo dal contatto del liquido per mezzo d'un pezzo di

tubo di vetro e si spolvera la lastra di rame con circa 50 gr. di solfato di rame ben pestato. L'altro elettrodo è costituito da una lamina di zinco (cm. 13×18×0,1) saldata essa pure ad un filo conduttore. Le due lastre metalliche sono tenute alla distanza di circa 1 cm. mediante quattro zoccoletti di legno fissati con mastice agli angoli della lastra di rame. Si riempia la bacinella con una soluzione satura di cloruro d'ammonio e la pila è pronta a funzionare. La sua forza elettromotrice è prossima a 0,9 volt e può fornire fino a 15 ampère.

Questa pila non dev'essere montata che al momento di servirsene e non si deve più rimuoverla dopo che vi è versato il liquido eccitatore.

Dopo l'uso si può gettar via il liquido residuo che non ha più grande valore.

IV.

PILA-LIMONE

Tagliamo un limone asportandone circa un terzo. Senza guastare i *tramezzi* costituiti dalle pellicole degli spicchi, rompiamo con una punta le vescicole contenenti il succo, in modo da ottenere altrettante vaschette quanti sono gli spicchi. Collochiamo il limone in un porta-uova.

In ciascuna vaschetta immergiamo due minuscole laminette, una di rame, l'altra di zinco e colleghiamo, mediante un sottilissimo filo di rame, ciascun zinco d'una vaschetta col rame dell'altra vicino, evitando *sempre* che le lamine abbiano a toccarsi fra loro.

Il filo unito all'ultimo zinco (polo negativo) e quello unito all'ultimo rame (polo positivo) messi a contatto con la lingua daranno l'impressione d'un sapore acido-salato dovuto allo sviluppo dell'elettricità in questa minuscola e primitiva *pila a tazze*, modificazione di quella di Volta.

Vedasi anche al § *Una lezione di elettromagnetismo*, pag. 188.

GLI ANELLI DI NOBILI

Si versa in una bacinella da fotografia, od altro simile recipiente poco profondo, una soluzione concentrata e filtrata di acetato di piombo, ottenuta preferibilmente con acqua distillata. Si pone sul fondo del recipiente una lastra di acciaio, di nichelio, o

di metallo nichelato (ottone, o zinco) (fig. 206). Tale lastra deve esser detersa con somma cura con soluzione di potassa e ben lavata; la sua superficie deve essere brunita a specchio. Si posa sulla la-

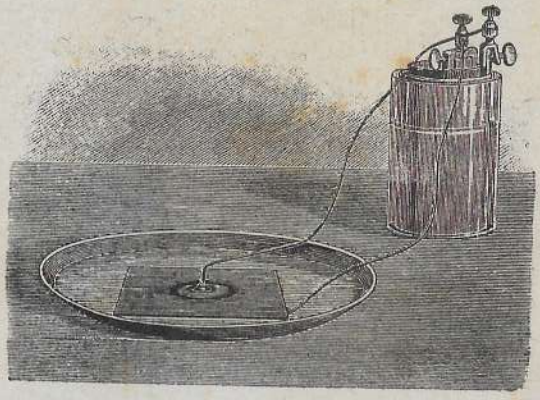


Fig. 206.

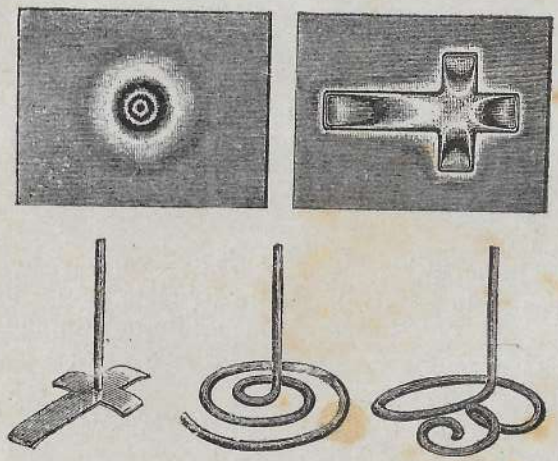


Fig. 207.

stra, in un angolo, il filo collegato al polo negativo (zinco) d'un elemento Bunsen od al bicromato. Il filo conduttore positivo si avvicina molto alla lamina non però fino a toccarla. In breve apparisce sotto la punta una macchia che va ingrandendosi e attorno alla quale si formano degli anelli colorati coi vaghissimi colori

dello spettro solare (1); essi sono dovuti ad una pellicola esilissima d'ossidi di piombo che si forma sulla lamina. Tali colorazioni resistono alla lavatura e, fino ad un certo punto, allo sfregamento. Se in luogo d'una *punta* si avvicinano alla lastra una lamina od un filo variamente ritagliati o piegati si potranno ottenere bellissimi risultati. Per es., con una croce le cui estremità siano leggermente incurvate (fig. 207) si può ottenere il disegno della figura in alto a destra, ecc. Con una lamina piana tenuta parallela alla lastra, si hanno colorazioni uniformi che variano secondo la durata dell'immersione.

Volendo asportare le colorazioni riuscite difettose non si ha che a lavare la lamina con acido nitrico molto diluito. Eseguendo sulla lamina dei disegni con vernice isolante ed insolubile (soluz. di gomma elastica) (2) si ottengono effetti decorativi a piacere.

Nel mio manuale sulla « *Colorazione e decorazione dei metalli per via chimica ed elettrica* » ho trattato ampiamente questo argomento ed altri affini.

BUSSOLA ECONOMICA

Facendo galleggiare sull'acqua, con uno dei metodi indicati a pag. 66 un ago calamitato, si avrà una bussola economica e sensibilissima ad un tempo. Quanto alla calamitazione dell'ago si può ottenerla facilmente sfregandolo, sempre nello stesso senso, contro una calamita.

COLORAZIONE ELETTRICA DI UNA SOLUZIONE

Si preparino queste due soluzioni:

A) Nitrato di potassa	gr.	3
Acqua	»	20
B) Fenolftaleina	gr.	0.5
Alcool	»	10

Si mescolino e vi si aggiungano 50 gr. di glicerina. Si otterrà un liquido che assume una bella colorazione rosso violacea, al polo negativo, appena vi si faccia passare una corrente elettrica.

(1) Sono detti anelli di Nobili, dal nome del fisico italiano che li scoperse nel 1826.
(2) V. nel mio *Ricettario industriale* l'articolo *Vernici*.

FIGURE ELETTRICHE

Si dispone su di un tavolo un foglio di carta paraffinata e vi si colloca sopra una moneta. Questa si mette in comunicazione con uno dei poli della macchina elettrica (V. pag. 169) e si mantiene tale contatto per alcuni secondi.

Si ritira la moneta e si proietta una miscela di minio e fiore di solfo sul foglio di carta. Si vedrà allora apparire il rilievo dell'immagine, nei più minimi particolari, in rosso su fondo giallo o viceversa secondo il segno (positivo o negativo) delle scariche elettriche utilizzate.

COME DISEGNA L'ELETTRICITÀ

Per ottenere disegni elegantissimi, del genere di quelli che qui riproduciamo dalla Rivista *Strand* non occorre che una macchina elettrostatica (meglio se grande) e un po' di pratica fotografica.

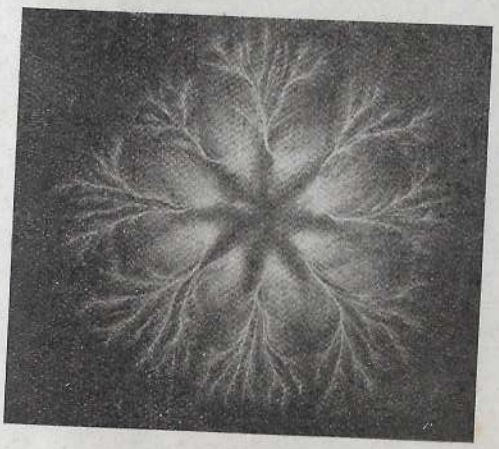


Fig. 208.

Si opera con lastre sensibili, alla gelatina di bromuro d'argento, che danno i migliori risultati. Si ritagliano sul cartone disegni geometrici a piacere; triangoli, quadrati, circoli, stelle, foglie, farfalle, ecc., tenendo presente che la scarica elettrica riprodurrà disegni con disposizione simile a quella schematica del cartone ritagliato.

In un gabinetto da fotografia con poca luce rossa si collocano con cura i disegni di cartone sulla lastra sensibile; poi vi si spruzza sopra della polvere isolante, per mezzo d'uno staccio a maglia finissima. Si levano allora i disegni di cartone, con delicatezza per non alterare i contorni del disegno nella polverina.

Si colloca la lastra (sempre senza smuovere la polverina) su di una lastra metallica che si mette in comunicazione con uno dei poli d'una macchina elettrostatica. Nel centro preciso del tratto

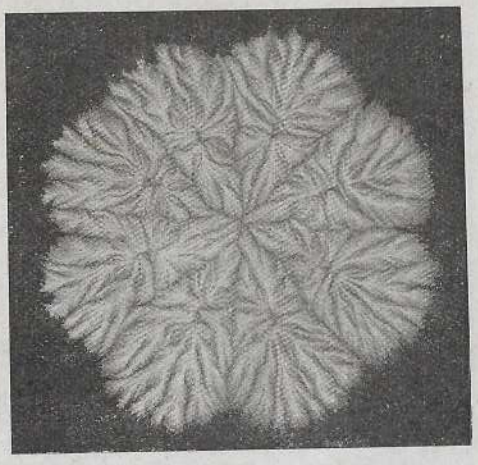


Fig. 209.

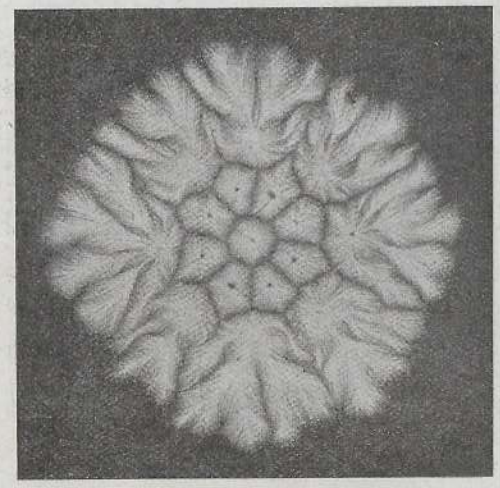


Fig. 210.

di lastra rimasto scoperto dov'era il cartone ritagliato, si applica una punta metallica in comunicazione coll'altro polo della macchina elettrica, e si mette questa in azione. Tolta poi la polverina dalla lastra mediante un panno morbido, si sviluppa nel modo solito,

e a poco a poco si vedono apparire i disegni delicatissimi prodotti dalla scarica elettrica.

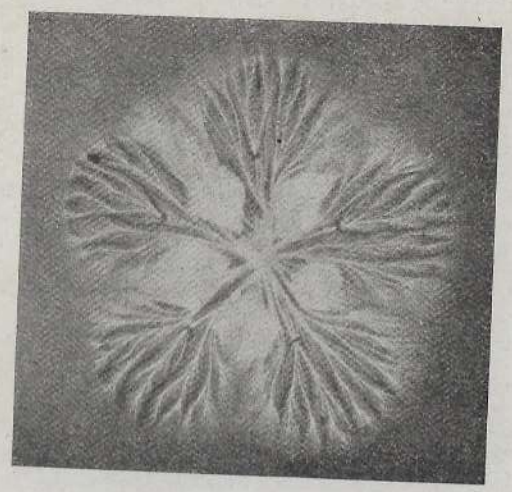


Fig. 211.

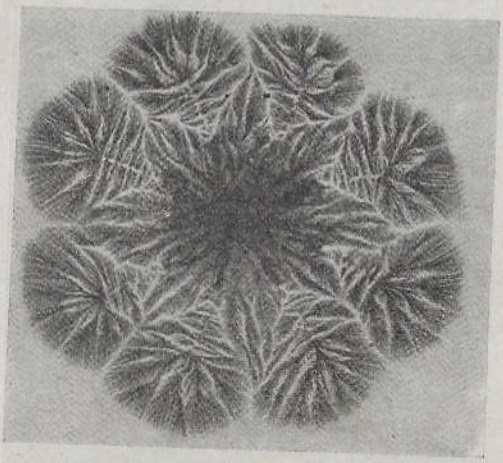


Fig. 212.

Forme più bizzarre si possono ottenere distribuendo sulla lastra, prima di cospargerla di polvere, varii pezzetti di rame, piombo o stagno, ritagliati in varie forme.

Oppure lettere ritagliate nel cartone o nella lastrina di metallo, formandone scritte che verranno *ornate* dall'elettricità in modo mirabile.

Questi delicatissimi disegni elettrici potrebbero avere — come i rosoni del caleidoscopio — applicazioni nelle industrie delle stoffe, dei tappeti, delle carte da parati, ecc., se non in tutta la loro finezza, almeno come *ossatura* del rosone che si presta alle più svariate fantasie del disegnatore.

RADIOTELEFONIA

Non crediamo opportuno di inserire in questo volume la interessante ma alquanto complessa «radiotecnica». Con le parti staccate che ora si trovano in commercio (e che il dilettante appassionato può anche costruire da sè) ogni giovanetto può, con alcune cognizioni preliminari, combinare i circuiti più interessanti che gli permetteranno di udire le principali radio-diffusioni europee. Per queste cognizioni e per la pratica realizzazione lo rimandiamo ai libri speciali annunciati sul retro-copertina di questo volume.

IMMAGINI LATENTI SUL VETRO

Su vetro, metallo, ecc. – Si possono ottenere sul vetro, per mezzo dell'elettricità, immagini di oggetti metallici (monete, medaglie, ecc.), invisibili in condizioni ordinarie, ma che si rivelano alitandovi sopra. Pare che queste immagini siano dovute ad una modificazione chimica della superficie; la rapidità della loro formazione mediante l'elettricità sembra dovuta ad un *bombardamento molecolare* che produce un cambiamento molecolare della superficie, assai più intenso che l'azione lenta e continua di una pressione meccanica.

Una lastra di vetro di forma quadrata di m. 0,15 di lato, viene posta sulla tavola per servire d'isolante: poscia nel centro di questa lastra si pone dapprima l'oggetto — mettiamo una moneta — del quale si vuole ottenere l'immagine fissandolo al margine della lastra con una striscia di stagnola, quindi la lastra di vetro destinata a ricevere l'immagine e che ha da 10 a 15 cm. di lato, ed infine una seconda moneta; la lastra per l'esperienza si trova così tra due monete. È importantissimo che il vetro sia ben liscio, ben pulito e sia stato asciugato al cuoio. Le monete invece si possono usare, senza differenza nei risultati, tanto digrassate e disossidate quanto senza alcuna preparazione.

La striscia di stagno e la moneta superiore vengono fissate ai poli d'una macchina elettrica (Wimshurst) producente scintille di circa 19 cm. e si gira per due minuti in modo da ottenere scintille di 25 mm. ai poli della macchina.

Ad operazione terminata nulla si scorge sul vetro nè ad occhio nudo, nè col microscopio, ma se si alita sull'altra faccia apparisce l'immagine della moneta che vi era aderente, perfettamente distinta, con delicate sfumature. La natura del metallo non influisce sul risultato. Le immagini sono molto durevoli se ben conservate al riparo dalla polvere.

Il vetro non è la sola sostanza impressionabile. Col quarzo si ottengono immagini anche più nette e che si conservano più a lungo. La *mica* e la gelatina dànno risultati mediocri a causa delle difficoltà di lucidatura. Le superfici metalliche dànno ottimi risultati quando si abbia cura d'interporre una carta oleata fra la superficie e la moneta.

Senza l'elettricità. – L'azione elettrica non è necessaria per produrre dette immagini; basta una semplice pressione meccanica. Infatti appoggiando per 30″ una lastra metallica su di una lastra di mica, clivata di recente, se ne ha una immagine latente.

Si ponga un vetro su di un filo di seta o di rame per otto ore esercitando una leggera pressione; alitando poi sulla lastra si manifesterà una linea bianca. Il cotone e la lana daranno invece una linea nera.

Si scriva un nome con inchiostro nero su carta comune; si faccia ben seccare e si metta per tre ore sotto un vetro; si avrà sul vetro il nome invisibile che si manifesterà per più mesi.

Un nome tracciato sul vetro con una punta d'avorio diviene un nome latente che coll'alito si delinea in nero.

Una carta stampata da un solo lato e non di recente, ma ben secca, si comprima dolcemente per alcune ore fra due vetri; si avranno due immagini una diritta e l'altra negativa. Questa esperienza riesce difficilmente e solo con tempo secco.

Si hanno pure immagini latenti assai nette sul vetro, lasciandovi sopra per qualche ora delle figure ritagliate nella carta; il riscaldamento del vetro sembra accrescerne la sensibilità. Ripulendo la superficie scompare la traccia dell'immagine.

Si possono avere immagini latenti sul vetro anche mediante composizione a base di fluoro purchè si lascino agire sul vetro per brevissimo tempo. (V. *Inchiostro per iscrivere sul vetro*). In questo caso, non si tratta più d'un'azione meccanica ma bensì chimica.

AMALGAMA DI SODIO

Si chiude l'apertura d'un tubo a imbuto (fig. 213) con carta pergamena bagnata. Vi si versa un poco di mercurio nel quale si fa passare un filo di ferro collegato col polo negativo d'un circuito elettrico. Si sospende questo elettrodo all'interno d'un vaso di vetro contenente circa mezzo litro d'una soluzione concentrata di cloruro di sodio (sale da cucina). In questa soluzione s'immerge un carbone da lampada ad arco, collegato col polo positivo. Con una corrente d'una decina di volt si può ottenere in pochi minuti una quantità apprezzabile d'amalgama di sodio; si potrà constatarlo versando il mercurio nell'acqua distillata; si avrà svolgimento gassoso, per la scomposizione dell'acqua dovuta al sodio, e il liquido saggiato, manifesterà reazione alcalina.

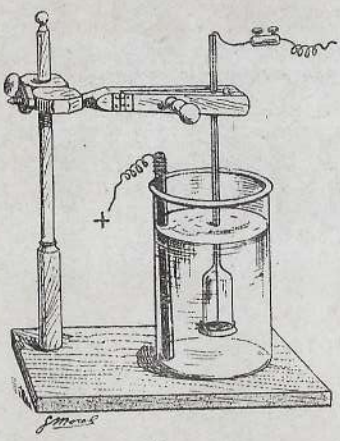


Fig. 213.

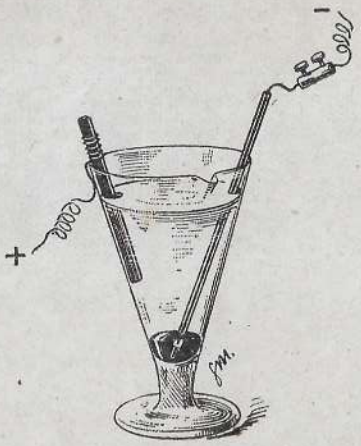


Fig. 214.

AMALGAMA D'AMMONIO

In un bicchiere da esperienze o in uno simile (fig. 214), si mette un poco di mercurio e vi si versa poi una soluzione concentrata di cloruro d'ammonio (sale ammoniaco). L'elettrodo positivo sarà una sbarra di carbone da lampade sospesa nella soluzione. L'elettrodo negativo consisterà in un filo di ferro immerso nel mercurio e protetto dal contatto della soluzione mediante un tubo di vetro.

Dopo alcuni istanti del passaggio d'una corrente di 1 ampère il mercurio si sarà fortemente rigonfiato acquistando consistenza pastosa; ecco ottenuta l'amalgama d'ammonio. Si sa che l'*ammonio* è un *gruppo molecolare* NH_4, cioè composto di un atomo di azoto e quattro di idrogeno che si comporta come un *corpo semplice* della classe dei *metalli*.

UNA LEZIONE DI ELETTRO-MAGNETISMO

Cominciamo col formare una pila rudimentale ed economica; perciò mettiamo in un bicchiere (fig. 216) una forte soluzione di sale da cucina nell'acqua; immergiamo quindi nel liquido una

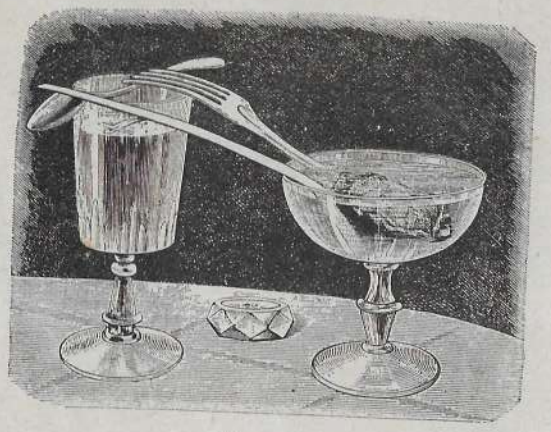


Fig. 216.

striscia di lamina di zinco ed una forchetta alla cui estremità avremo formato, con un pezzo di tela, un sacchetto pieno di pezzetti di coke grossi come ceci; forchetta e zinco non debbono toccarsi nemmeno in un sol punto. In un altro bicchiere contenente acqua pura metteremo a galleggiare un ago che avremo calamitato sfregandolo, sempre nello stesso senso, su di una calamita; quanto a farlo galleggiare vi si riesce in uno dei modi indicati a pag. 66, oppure ungendolo di grasso o fissandolo in un pezzo di carta, tagliato a figurina, se vogliamo.

È noto che l'ago calamitato, libero di spostarsi sull'acqua, si dirigerà da nord a sud come avviene nella bussola. Quando esso

sarà in equilibrio porremo sul bicchiere un cucchiarino nella medesima sua direzione e appoggeremo su questo cucchiarino le estremità libere dello zinco e della forchetta. La corrente elettrica sviluppatasi dal contatto di essi col liquido salato, in presenza del coke, passerà nel cucchiarino ed eserciterà la sua influenza sull'ago calamitato facendolo deviare dalla sua direzione normale.

Avremo in tal modo ripetuto, con mezzi assai meno costosi, la famosa esperienza d'Œrsted, la quale sevì di base ad altre che condussero all'invenzione della telegrafia elettrica.

LAMPADINA ELETTRICA AD ARCO

Premettiamo: Le matite usuali sono composte di grafite e di carbone, ottimi conduttori della corrente elettrica. Se, pertanto, mettiamo allo scoperto una parte della matita, asportando il legno,

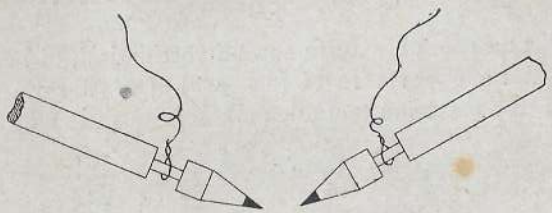


Fig. 217.

vi fissiamo uno dei fili d'una sorgente elettrica e facciamo lo stesso con un'altra matita, fissandovi l'altro filo, potremo ottenere tra le punte delle due matite un arco voltaico, tenendole per la parte rivestita di legno, che è isolante (fig. 217). Si potrà fare l'esperimento con una delle usuali prese per lampada.

UTILIZZAZIONE DELLE LAMPADINE AD INCANDESCENZA BRUCIATE

Si può con queste lampade e per mezzo d'un rocchetto Ruhmkorff, o meglio d'una macchina elettrostatica Wimshurst, realizzare belle esperienze nell'oscurità, poichè avvicinando una ampolla tenuta alla mano col vetro d'un conduttore della macchina, essa si illumina meravigliosamente.

MODO DI DISTINGUERE IL GENERE DELLA CORRENTE

Se la corrente è continua il filamento forma un selenoide che agisce come una vera calamita; avvicinando quindi al globo una calamita si avrà attrazione del filamento o repulsione a seconda del polo presentato.

Se la corrente è alternativa i poli della calamita costituita dal filamento della lampada cambiano tante volte quanti sono i cambiamenti di senso della corrente, per cui avvicinando al filamento una calamita esso oscillerà rapidamente formando una striscia luminosa.

LA RUOTA TERMO-ELETTRICA

Abbiasi una ruota costruita con fili sottilissimi, di pacfung per il cerchio, di rame per i raggi (fig. 218). Questi saranno fissati al centro ad una piastrina metallica che servirà pure ad appoggiare

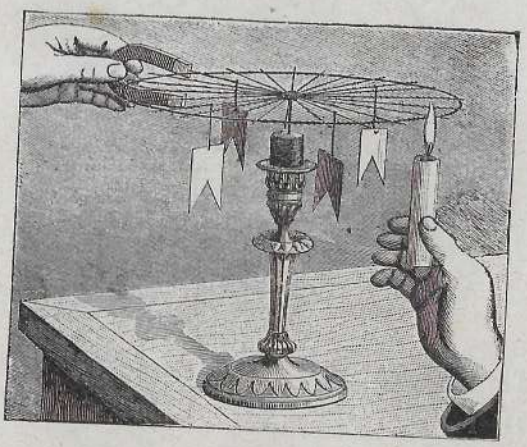


Fig. 218.

la ruota su di un perno (punta) verticale. Per ottenere più facilmente il perfetto equilibrio della ruota sul perno si potranno fissare, o appendere ai suoi raggi, in opportune posizioni o distanze,

delle piccole banderuole. Da un lato si porrà una calamita a ferro di cavallo in modo che tra i suoi due poli venga a passare un raggio della ruota; dalla parte opposta si scalderà una delle unioni tra i raggi e il cerchio della ruota e precisamente quella del raggio opposto al precedente. Si vedrà allora la ruota mettersi in movimento; questo sarà tanto più rapido quanto più piccoli saranno i fili usati per la costruzione della ruota. Per un diametro di ruota di 8 a 10 centimetri sono adatti fili di 1 a 2 decimi di millimetro di diametro.

L'azione vicendevole fra il campo magnetico e la corrente termoelettrica che percorre il raggio, esercitandosi perpendicolarmente al raggio stesso, si ha una forza che tende a far girare la ruota.

Con questa esperienza si viene a constatare la corrente che percorre un circuito formato da due metalli quando le loro congiunzioni si trovano a differenti temperature. Essa fornisce pure un chiaro esempio di *trasformazione di energia*, cioè calore e magnetismo, in elettricità e movimento.

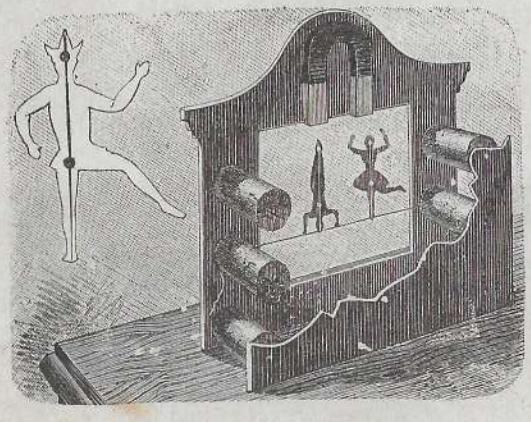


Fig. 219.

I FUNAMBOLI

Con un pezzo di cartone e qualche turacciolo di sughero sarà facile fare un piccolo teatrino come nella figura 219; nella parte posteriore superiore si fissa una calamita in modo che non la si possa scorgere dagli spettatori. Si ritagliano allora in un carton-

cino delle figurine in posizione che ricordino quelle degli equilibristi sulla corda; a tali figurine verrà fissato un ago nel modo indicato nella figura, mediante ceralacca. Si fisserà poi un filo di ferro attraverso la scena regolandone per tentativi l'altezza in modo tale che la forza attrattiva della calamita riesca a far restare in posizione verticale le figurine senza però attirarle a sè. Le oscillazioni inevitabili dell'ago daranno alle figurine movimenti assai somiglianti a quelli dei veri equilibristi. Si potranno collocare sul filo due figurine cioè una in corrispondenza di ciascun ramo della calamita.

Al filo di ferro si potrà anche sostituire un *trapezio* fatto con due fili ed uno stecchino od uno zolfanello; si potrà ancora, dopo avervi collocato le figurine, imprimere al trapezio un leggero movimento oscillatorio senza che le figurine abbiano a cadere rimanendo esse sempre sotto l'azione della calamita.

IL BASTONE MAGICO

Fate un tubo prismatico, di legno, coperto di seta. Nell'interno disponete un tramezzo (fig. 220) come si vede in sezione, attorno al quale potrà girare un filo senza fine munito d'una massa pesante

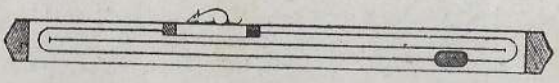


Fig. 220.

Fig. 221.

e di una calamita. Un animaletto (fig. 221) di celluloide — topolino, rana, ecc. — al quale sarà fissata una sbarretta di ferro posata sul tubo, in corrispondenza della calamita, ne seguirà i movimenti quando, capovolgendo il tubo, la massa pesante trascinerà il filo e quindi la calamita stessa. I movimenti dell'animaletto avranno quindi del *magico* o per lo meno.... del misterioso.

LA CALAMITA IN AZIONE

Con un po' di cera fissiamo sul tavolo una calamita, nel modo indicato nella fig. 222.

Piantiamo pure sul tavolo una spilla. Prepariamo a parte un *ago* alle estremità del quale fisseremo i due capi d'un capello

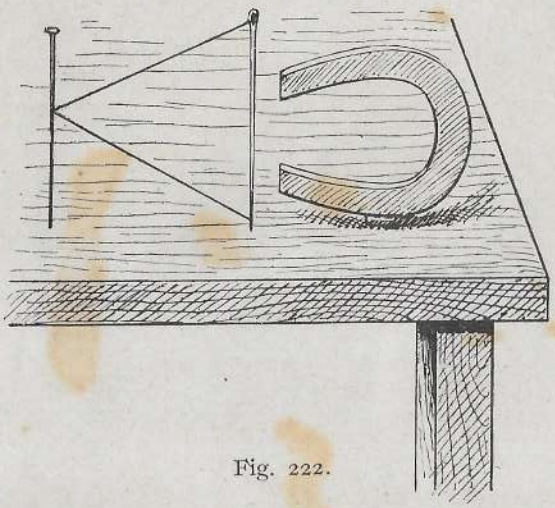


Fig. 222.

di donna; con cera fisseremo poi questo capello per il mezzo alla spilla, regolando le cose in modo che a capello teso l'ago si trovi a due o tre millimetri solamente dai poli della calamita. L'attrazione esercitata da questa manterrà l'ago nella posizione della figura.

DANZA MAGNETICA

Disponendo alcuni dei soliti pupazzetti su di una lastra di metallo (escluso il ferro), di vetro o di qualsiasi altra materia, liscia nella sua faccia superiore, si potranno far loro eseguire svariati movimenti col semplice spostamento d'una calamita al disotto della lastra, purchè i pupazzi stessi abbiano i piedi fissati a delle lastrine di ferro lisce.

Volendo si potrà tener nascosta la calamita e celare la manovra dei suoi spostamenti, rendendo in tal modo *misteriosi i* movimenti delle figurine.

ARBORESCENZE MAGNETICHE

La fig. 223 rappresenta una bella *arborescenza* ottenuta con limatura di ferro sotto l'azione d'una elettrocalamita i cui poli — sotto la lastra — corrispondono alle.... *radici* delle pseudopiante.

Fig. 223.

CONCENTRAZIONE D'UNA FLOTTIGLIA

Foggeremo i galleggianti semplicemente con un ago attraverso ad un turacciolo di sughero e li disporremo sull'acqua in isvariati modi, come si vede nella figura 224.

Avvicinando uno dei poli della calamita al centro della flottiglia le sue unità verranno attratte, mentre coll'altro polo saranno respinte verso la periferia.

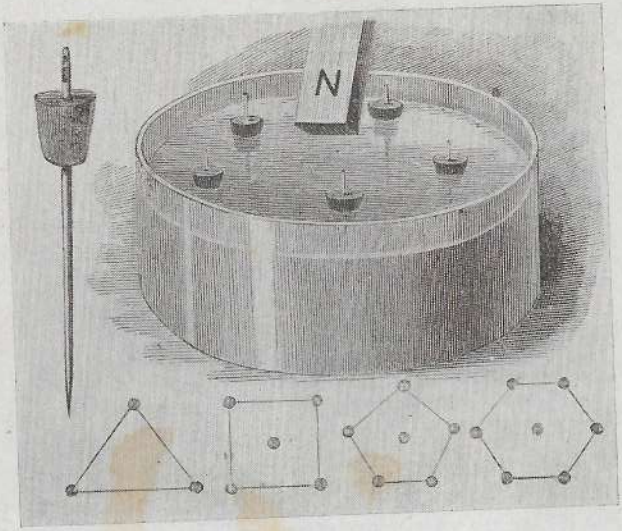


Fig. 224.

CALAMITE ED AGHI MAGNETICI

Le calamite e gli aghi magnetici fanno parte di un grandissimo numero di apparecchi, e vengono continuamente applicati nei nuovi. Siccome accade spesso che si ha bisogno di qualche calamita di forma speciale e che non trovasi in commercio, crediamo utile insegnare i mezzi, che sono alla portata di chiunque, per la loro costruzione.

Scelta dell'acciaio. — Il primo elemento per la fabbricazione di un buon magnete è la scelta dell'acciaio; esso deve essere omogeneo, mancare di porosità e crepature, possedere qualità magnetiche in alto grado. Per qualità magnetiche si deve intendere una buona permeabilità magnetica ed una grande forza coercitiva. Queste qualità, difficili a trovarsi nel primo acciaio che capita sottomano, trovansi negli acciai speciali per magneti; ottimo l'acciaio Remy. Avendosi varie qualità d'acciaio si può provare su ognuna di esse e scegliere la più adatta. Servono molto bene le lime di acciaio inglese, fuori uso, e le molle d'orologio.

Lavorazione delle barre. — Le barre di acciaio vengono foggiate nella forma voluta mercè la lima o colla cesoia, ed in caso di bisogno

a caldo, senza che il pezzo di acciaio venga portato ad altissime temperature per evitare modificazioni strutturali.

Tempera. — Un'altra importantissima operazione per la formazione dei magneti è la tempera. Infatti essa varia per ogni diversa qualità di acciaio. Per attenersi ad una giusta media, occorre portar l'acciaio alla temperatura di 230°, cioè al grado di calore in cui assume la colorazione *giallo-paglia*, ed immergerlo immediatamente nell'acqua fredda. Per poter riscaldare omogeneamente tutto il pezzo si riscalda in un bagno di rena contenuta in una scatola di ferro. Il pezzo s'immerge nell'acqua con moto rapido, verticalmente per evitare deformazioni. Le piccole correzioni si faranno, dopo la tempera, su mole di smeriglio, evitando di riscaldare il pezzo.

Magnetizzazione per contatto. — Per sbarre sottili e piatte e specialmente per aghi da bussole, la magnetizzazione si può effettuare per semplice contatto e cioè applicando, e facendo restare applicato per parecchio tempo, il pezzo di acciaio ai poli di un'energica calamita o elettrocalamita.

Magnetizzazione per sfregamento. — Il metodo sopra descritto se è semplice è però molto lungo. Effetti migliori ed in tempo di gran lunga minore si ottengono per sfregamento. Si sfrega l'ago o la sbarra (sempre sottile) dal centro all'estremo — e da ambo le facce — lentamente 100 volte sul polo Nord saltando — e non strisciando indietro — sempre al centro dell'ago. Ciò fatto si strofina un egual numero di volte — e da ambo le facce — l'altra metà dell'ago sul polo Sud, saltando (ricordarsi di non strisciare nel ritorno) sempre al centro dell'ago.

Magnetizzazione di aghi magnetici per induzione. — Si prepari un rocchetto con un tubo di vetro di 2 cm. di diametro interno e lungo 15-20 cm. Alle estremità si fissano con ceralacca due testate di legno, in modo da formare l'anima di un rocchetto su cui si avvolgono in parecchi strati 800-1000 spire di filo di rame isolato di 1 mm. di diametro. Nel filo si manderà, a rapidi intervalli, una corrente di 4-6 ampères e si presenteranno ad uno ad uno gli aghi magnetici o le sbarrette di acciaio alla bocca del tubo (dopo di aver determinato la direzione del polo Nord). Gli aghi verranno succhiati nella regione media del solenoide. Si tenga presente che gli aghi devono essere costruiti in modo che la metà Sud sia più pesante dell'altra, in maniera che, sospesi su una punta verticale, prima della magnetizzazione, stiano iclinati verso Sud. Con carta vetrata o con la mola a smeriglio si correggeranno poi i piccoli difetti.

Calamite a ferro di cavallo. — Per magnetizzare calamite a ferro di cavallo bisogna costruire una elettrocalamita che risponda ai seguenti requisiti: i nuclei avranno lunghezza di 12-15 centimetri e 3-4 di diametro (due bulloni coi rispettivi dadi serviranno bene) di buon ferro ricotto. La piastra di ferro che li unisce deve presentare due fori ovali e lunghi, in maniera che i due nuclei si possano fermare con i dadi di pressione a distanza variabile. Il filo dell'avvolgimento deve sopportare una corrente di almeno 20 ampères. La sezione del filo si può calcolare in ragione di 4 amp. per mmq. Per l'uso si fermeranno i due nuclei in modo che i centri delle loro facce polari possano corrispondere esattamente con quelli della calamita da magnetizzare. Determinata la posizione del polo Nord della elettrocalamita, si lancerà in essa la corrente ad intervalli, e si presenterà alle facce polari la calamita da magnetizzare, in maniera che al polo Nord della elattrocalamita sia affacciato quella che sarà il polo Sud della calamita a ferro di cavallo. La corrente circolante nella elettrocalamita dovrà essere continua.

SPETTRI MAGNETICI

Disporre una calamita sul tavolo e posarvi sopra un foglio di cartone un pò forte (8 mm. di spessore, circa) (fig. 225).

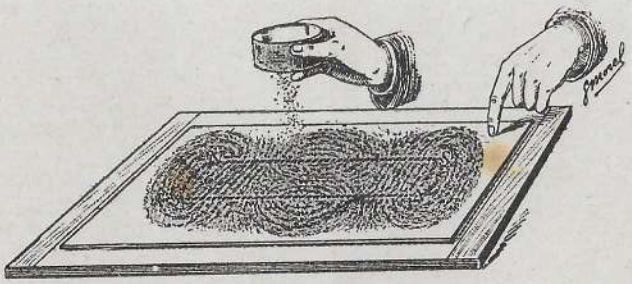


Fig. 225.

Spolverare uniformemente il cartone con un *leggerissimo* strato di limatura fina di ferro che si distribuisce con uno staccio. Battendo debolmente il cartone per favorire l'orientazione dei granellini di limatura, si vedrà disegnarsi le *linee di forza* del campo magnetico, nella limatura.

Si può fissare la figura ottenuta spruzzandola con un *fissativo* per disegno a *fusin*. (V. nel mio *Ricettario Domestico*)

Si può anche produrre lo spettro su carta paraffinata che poi si scalda; la paraffina fonde e col raffreddamento il disegno resta fissato.

Si riesce ancor meglio facendo una copia dello spettro su carta fotografica, preferibilmente *semirapida*, che richiede circa 1 minuto d'esposizione per essere impressionata dalla luce d'una lampada di 16 candele. L'esperimento si fà in una sala poco illuminata. Si forma lo spettro proiettando la limatura di ferro direttamente sul foglio di carta semplice; si impressiona questa carta senza spostarla, poi si libera dalla limatura e si sviluppa nel solito modo.

GAS CARBONICO

Preparato questo gas, nel modo che il lettore troverà descritto nelle esperienze sulle bolle di sapone, si potranno fare con esso alcune curiose esperienze.

Comincierò col dimostrare come esso sia più pesante dell'aria. Facciamo con filo di ferro una bilancia speciale della quale la

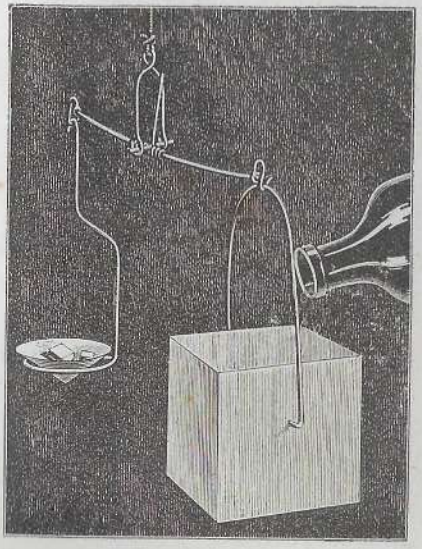


Fig. 226.

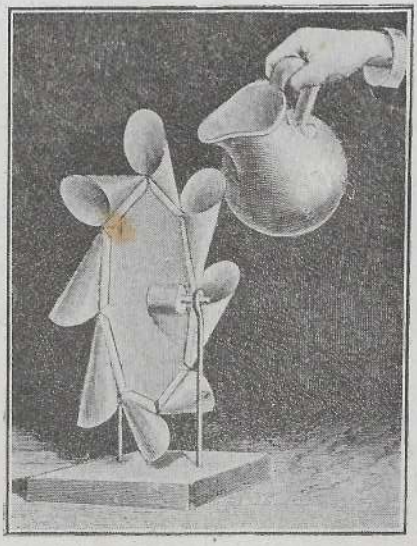


Fig. 227.

fig. 226 mi risparmia una minuta descrizione. I piatti saranno di carta forte. Per pesare il gas carbonico, basterà *versarlo* dalla bottiglia che lo contiene, nel piatto grande. A motivo del suo peso, maggiore di quello dell'aria contenuta nel cubo di carta (1) la bilancia accuserà uno squilibrio.

Fig. 228.

Analogo esperimento si può fare costruendo con carta forte una ruota a cassette nel modo indicato nella fig. 229. Versando del gas carbonico nelle cassette, la ruota si metterà in movimento; il che apparirà strano poichè il gas non ha colore e quindi non ci si accorge altrimenti di versarlo. Introducendo del fumo di sigaro in un recipiente pieno di gas carbonico si potrà constatare come esso galleggi su detto gas, diffondendovisi come farebbe un liquido in un altro (fig. 228).

---

(1) Se un certo volume d'aria pesa 1, l'eguale volume di gas carbonico pesa 1,529.

L'OBICE A GAS

Serviamoci degli ingredienti comunemente usati per preparare l'acqua di seltz. Sciogliamo un po' di bicarbonato di soda nell'acqua e introduciamo le soluzioni in una *robusta* bottiglia di vetro, fino a metà volume. Mettiamo l'acido tartarico in un tubetto di carta otturato con una pallottola di carta assorbente e sospendiamo questo tubetto al disotto del turacciolo col quale chiude-

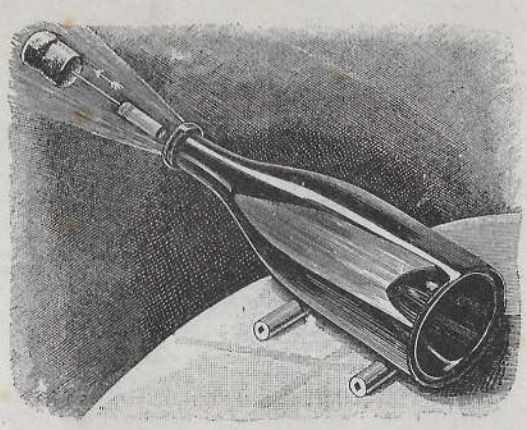


Fig. 231.

remo a forza la bottiglia, in modo che non tocchi il liquido. Quanto alle dosi si possono adoperare gr. 6 di acido tartarico e 7 di bicarbonato di soda.

Finiti questi preparativi basterà posare la bottiglia inclinata su due sostegni qualsiansi (figura 231) per determinare la reazione fra il bicarbonato di soda e l'acido tartarico venuti a contatto; si svolgerà gas carbonico in tale quantità da acquistare pressione sufficiente a proiettare con forza e con detonazione il turacciolo fuori della bottiglia come fanno le bevande gassose.

Ecco un modo facile di accontentare gli amatori dei rumori.... e di far trepidare le signore.

UN CANNONE DI NUOVO MODELLO

Osservate la figura 232; l'affusto è di legno o di sughero; gli assi sono costituiti da spille; il cannone non è altro che un tubetto di vetro di cui chiuderete una estremità con ceralacca o meglio alla lampada facendo fondere il vetro, cosa facilissima se

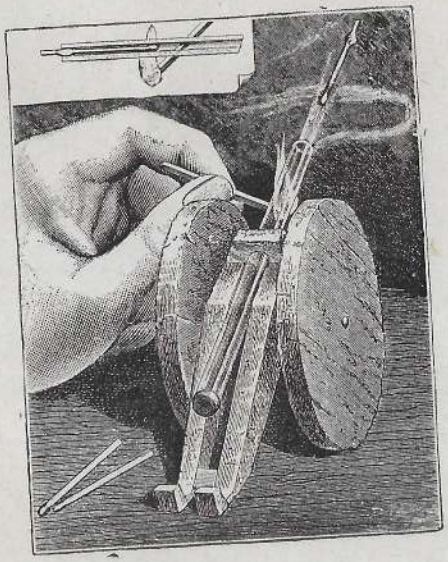


Fig. 232.

disponete d'un becco a gas o di una lampada ad alcool. E la carica? E il proiettile? La piccola figura in angolo rappresenta il modo di caricare il cannone. Si mette nel tubo un cerino alquanto compresso in un punto, od in grossato con cera, in modo da chiudere la bocca del tubo. Quanto all'accensione si otterrà sottoponendo al tubo, nel punto corrispondente alla capocchia del cerino, uno zolfanello acceso. Lo sviluppo del gas è sufficiente per espellere dal tubo il cerino, innocuo proiettile.

UN GASOGENO PRIMITIVO

Si riempie una scatola di latta di almeno 5 cm. d'altezza (fig. 233) con segatura di legno o con pezzetti di carta bibula. La si chiude meglio che sia possibile e vi si introduce un piccolo tubetto di metallo (una cannuccia di portapenna) o di vetro, nel coperchio, in modo che penetri nella scatola per un terzo. Si ottura il giunto con mastice da vetrai.

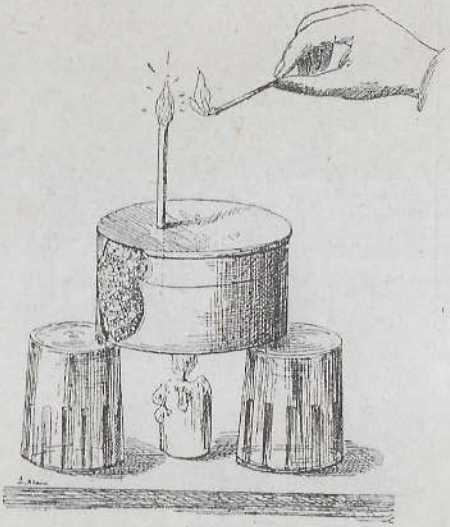


Fig. 233.

Si colloca la scatola su due sopporti qualsiansi e si accende sotto una fiamma di lampada ad alcool o di candela. Bentosto la segatura scaldata svolgerà dei vapori, e dei gas combustibili; basterà avvicinare un fiammifero all'apertura del tubo per determinare l'accensione di tali gas, che durerà qualche tempo.

Si può ottenere uno sviluppo di gas combustibile anche nel modo seguente semplicissimo.

Si fa un cartoccio di carta forte (fig. 234), vi si pratica lateralmente un forellino. Indi si accende tenendolo per la punta; la combustione della carta produce una vera *distillazione* di una

parte di essa con produzione di gas che si potranno accendere alla loro uscita dal forellino, in alto.

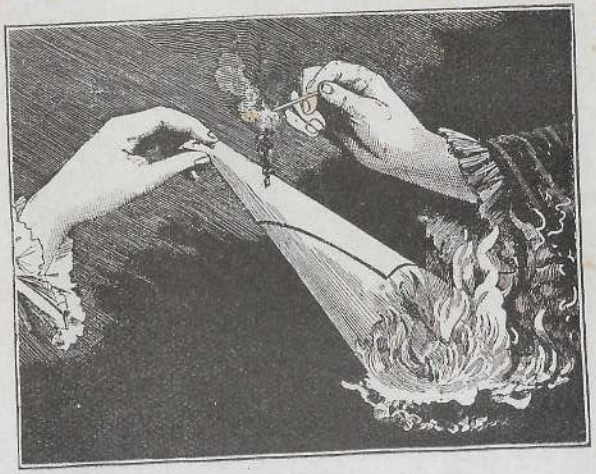


Fig. 234.

UN SOFFIO GALACTOGENO

Lasciate calare un pezzetto di calce viva in un bicchiere d'acqua; questa subito diverrà tiepida e torbida. Dopo un po', cioè quando l'acqua sarà ritornata in calma, mediante un imbuto, fatto con carta da filtro, la farete passare in un altro bicchiere nel quale entrerà limpida come l'acqua più pura. Fatto che abbiate questo, porterete quel bicchiere davanti ai vostri amici ai quali direte: « Io sono capace di cambiare quest'acqua in latte col solo fatto di soffiarvi sopra ». Gli amici, naturalmente, si mostreranno increduli, ma voi li persuaderete del vostro asserto prendendo una paglia forata, che potrete anche lasciar esaminare per persuadere la comitiva che essa non ha alcun preparato, e soffiando poi con la medesima entro il bicchiere. L'acqua diverrà subito del colore del latte.

Tale cambiamento avviene in conseguenza del carbonato di calce che si sarà formato con quel poco di calce che sarà rimasta nell'acqua, posto a contatto con l'acido carbonico del vostro fiato.

IL VINO MUTATO IN LATTE?

Aggiungendo dell'aceto alla tintura d'iodio si ottiene un bel liquido rosso analogo al vino, come apparenza. Versandovi una soluzione di iposolfito di soda si formerà un intorbidamento bianco lattiginoso dovuto alla precipitazione dello zolfo. Ad una certa distanza si può dunque credere che si sia trasformato del vino in latte.

COME TRAMUTARE IL VINO IN ACQUA E L'ACQUA IN VINO

A dir vero anche qui, come nell'esperienza precedente, non si tratta nè di *acqua* nè di *vino*, ma di liquidi che, senza essere compresi nel novero di quelli non tollerati dalle leggi sull'igiene delle bevande, servono unicamente a dare una illusione ottica sull'essere loro, a permettere cioè un piccolo *trucco* chimico.

Volete, dunque, che versando *acqua* in un bicchiere essa si tramuti in *vino*? Non avete che a servirvi di acqua.... acidulata con acido solforico, ed a preparare in antecedenza, in fondo al bicchiere, un pizzico di polvere fina di permanganato potassico.

E, viceversa, volete tramutare in *acqua* il *vino* versato in un altro bicchiere? Vi servirete, come vino, di una soluzione di permanganato di potassio nell'acqua acidulata con acido solforico, e preparerete nel bicchiere alcune gocce d'una soluzione concentrata d'iposolfito di soda.

A Voi di saper avvolgere più a meno nel mistero questa pratica applicazione della scienza delle colorazioni chimiche, rispetto alle persone che vi sarete proposti di far vittime delle vostre mistificazioni.

VINO DECOLORATO COLL'ACQUA DI SELTZ

Si versa nel vino una goccia d'acqua di Javelle la quale non è altro che una soluzione d'ipoclorito di potassa nell'acqua; essa non agisce subito sul colore del vino perchè il suo cloro tarda a svilupparsi; ma versando nel vino un poco d'acqua di seltz tosto la colorazione sarà distrutta dal cloro messo in libertà dall'azione del gas carbonico contenuto nel seltz.

LA TINTURA DI CAVOLO ROSSO

Si tagliano a pezzetti due o tre foglie fresche di cavolo rosso, si versa dell'acqua bollente nel bicchiere che le contiene e si lasciano macerare per alcune ore. Si decanta il liquido quando è chiaro e di un bell'azzurro carico. Vi si aggiunge un po' d'alcool e si può conservarlo per molto tempo.

Questa tintura è sensibilissima come reattivo colorato. Si prendano cinque bicchieri e si mettano nel primo alcune gocce d'acqua di seltz, nel secondo tracce di ammoniaca, nel terzo dell'allume in soluzione, nel quarto alcune gocce d'una soluzione di gas solforoso e si lasci vuoto l'ultimo. Versando della tintura di cavolo nei detti bicchieri essa cadrà rossa nel primo, verde nel secondo, porpora nel terzo, incolora nel quarto ed azzurra naturalmente nell'ultimo. Quest'esperienza eseguita con destrezza, in bicchieri preparati in precedenza, riesce di grazioso effetto.

SI PUÒ TINGERE IN ROSSO CON UN LIQUIDO INCOLORO?

Sì, in questo modo: si spreme del succo di barbabietola e vi si versa dell'acqua di calce. Si avrà un liquido incoloro.

Immergetevi un pannolino bianco e lasciatelo asciugare; il contatto dell'aria lo renderà rosso.

UN LIQUIDO CAMALEONTE

Si possono ottenere soluzioni di solfo che offrono svariatissime colorazioni, nel modo seguente.

Si prepara nella glicerina, od in qualsiasi altro solvente adatto, un polisolfuro rosso scuro (di potassio, ad esempio) facendovi sciogliere della potassa e del solfo liquido. Si diluisce progressivamente la soluzione con glicerina e si scaldano le soluzioni ottenute a 250°. Le tinte che si ottengono — rosso, aranciato, giallo, violetto, oliva, verde, azzurro, indaco, ecc. — sono dovute a soluzioni di solfo in solfuri più o meno complessi.

UNA MISCELA POLICROMA

Venne nel 1914 presentato alla Soc. di Chimica di Londra, da Ch. K. Tinkler il caso assai curioso di certi composti nitrati che, sciolti nella *difenilamina* od altra *amina* fusa, formano delle soluzioni fortemente colorate mentre la miscela — raffreddata sino a completa solidificazione — diviene affatto incolora.

Le miscele più adatte sono quelle della *difenilamina* con uno dei composti nitrati seguenti: *o* - *m* - *ep* - cloronitrobenzene, *m* - *ep* - nitrobenzaldeide, *p* bromonitrobenzene *m* - *ep* - nitrobenzaldeide, *p* bromonitrobenzene, tetranitrometano. Collocando una di queste miscele tra due provini di vetro messi uno entro l'altro, il fenomeno viene messo facilmente in evidenza Basta, sovente, la temperatura della mano per far apparire la colorazione della miscela, che svanisce poi col raffreddamento.

UNA CURIOSA ESPERIENZA CROMATICA

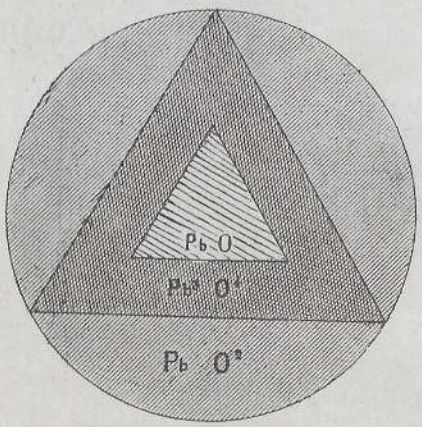


Fig. 235.

Scaldando il perossido di piombo, (bruno) $Pb\ O^2$, esso perde ossigeno e si trasforma in $Pb^3\ O^4$, cioè in minio (rosso); proseguendo nel riscaldamento si ha un'ulteriore sviluppo d'ossigeno e il minio si riduce in litargirio cioè in $Pb\ O$, che è giallo.

Si possono mettere in evidenza questi passaggi con una semplicissima esperienza. Sopra un disco o piatto di porcellana si stende un sottile strato di perossido di piombo e dispostolo sopra un ordinario triangolo di ferro rivestito di argilla, si scalda con una lampada Bunsen, dapprima leggermente e poi fortemente. Dopo qualche minuto, la parte interna al triangolo, che è la più riscaldata, presenta il color giallo del litargirio, la parte immediatamente sovrastante al triangolo ha il color rosso del minio, mentre la parte esterna, più fredda, conserva inalterata la tinta bruna del perossido di piombo (fig. 235).

La differenza dei tre colori è assai spiccata cosicchè vale a dare una dimostrazione semplice ed efficacissima del singolare fenomeno.

Questa esperienza venne suggerita da I. E. Makenzie nel *Chemical News* N. 2574.

BAROMETRI CHIMICI

Il vocabolo *barometro*, — improprio sempre perchè non esprime con precisione, etimologicamente, la funzione dello strumento — lo è tanto più in questo caso in cui specialmente si tratta d'uno strumento destinato a indicare — fino ad un certo punto — le variazioni del tempo atmosferico; ma ho dovuto valermene in omaggio all'uso e per non sostituirlo con un neologismo mio, visto che gli scienziati competenti non hanno finora creduto di foggiarlo.

È noto come le indicazioni che il barometro classico — sia pure nei suoi tipi più perfezionati — può fornire riguardo *al tempo che farà*, siano poco attendibili nei casi usuali, e riescano di utilità pratica solo quando si tratti di forti oscillazioni dell'indice, foriere di perturbazioni atmosferiche assai gravi o di periodi durevoli di tempo eccezionalmente bello.

I.

Indicazioni del genere — più o meno attendibili — si possono avere con *reazioni chimiche*. Ne daremo alcuni esempi.

È assai usato in Inghilterra e in Germania un piccolo apparecchio, indicatore del tempo, che non è difficile preparare con poca spesa.

Si fanno separatamente tre soluzioni, nell'acquavite: una di 50 centig. di canfora, la seconda di altrettanto di salnitro e la terza della stessa quantità di sale ammoniaco. La soluzione della canfora avverrà più rapidamente tenendo immersa la bottiglietta in acqua calda. Si mescolano poi le tre soluzioni in una boccetta lunga e stretta. Si tura, si suggella con cera gialla e si appende in località esposta a nord.

Ecco ora una tabella delle variazioni del tempo in corrispondenza di quelle che si manifestano nella miscela.

Stato della miscela.	*Stato del tempo.*
Chiara e limpida	Bello.
Torbida	Pioggia.
Leggere nubecole sospese nel liquido	Tempesta.
Nubecole più grosse e agglomerate . . .	Pioggia o neve.
Filamenti nella parte superiore della fiala	Vento.
Leggera nebulosità	Umido e variabile.
Nebulosità tendente ad innalzarsi . .	Vento nelle alte regioni dell'atmosfera.

II.

Per semplici indicazioni sullo stato igroscopio dell'atmosfera si possono usare soluzioni saline il cui colore varia in corrispondenza quando se ne siano spalmati o impregnati vetro, carta, tessuti, ecc. Quelle di cui segue la composizione sono incolore con tempo umido:

I. Acqua	100
Gelatina	10
Cloruro di rame	1

diventa gialla con tempo secco.

II. Acqua	100
Gelatina	10
Cloruro di cobalto	1

diventa azzurra con tempo secco.

III. Acqua	200
Gelatina	20
Ossido di nichelio	75
Cloruro di rame	25
Cloruro di cobalto	1

con tempo secco diventa verde.

III.

Si possono ottenere fiori artificiali di colore variabile. Si usano quelli bianchi di tela od altro tessuto, od anche di carta. S'impregnano con soluz. concentrata di cloruro di cobalto. Con tempo secco i fiori appariranno azzurri e col crescere dell'umidità atmosferica passeranno successivamente al violetto (lilla), al rosa e al bianco. Tale variabilità, sia diretta che inversa, si conserva a lungo nei fiori così preparati.

Questa proprietà del cloruro di cobalto e di altri sali metallici, è stata messa a profitto in vario modo applicandola a paesaggetti su vetro, a fiori, ombrelli, ecc., stampati su seta, e in cento altri modi.

MUTAMENTO CHIMICO DI COLORE NEI FIORI

S'immergono i fiori nell'acido nitrico diluito tenendoli pel peduncolo; dopo un istante si ritirano, si lasciano sgocciolare fino a che la modificazione si sia prodotta; si portano allora nell'acqua pura e si lavano agitandoli fino a che sia scomparso l'eccesso di acido; indi si sospendano per farli seccare. In tal modo si comunicano ai fiori le seguenti colorazioni:

Fiori bianchi	Coloraz. giallo limone
» rossi	» giallo aranciato
» violetti	» incarnato
» azzurri	» rosso cremisi
» gialli	» giallo più vivo o verde

Con una soluzione di potassa o di soda si ottengono queste altre modificazioni nei colori:

Fiori rossi	violetto-vinoso
» azzurri	giallo carico, aranciato o verde
» gialli	giallo aranciato o solamente una leggera alterazione.

Una rosa rossa interamente sbocciata, esposta ai vapori dello solfo infiammato diventa gialla, ma riprende il suo colore in cinque o sei ore immergendone il gambo nell'acqua pura. Volendo

ripristinare più rapidamente il colore si può immergerla nell'acido solforico diluito. Nello stesso modo si possono decolorare le viole mammole, ecc.

Mettendo in un piatto dell'ammoniaca, collocando su di esso un cono di carta aperto al vertice e sull'apertura un fiore, si potranno notare le seguenti modificazioni nei colori. I fiori violetti, azzurri e porporini diventano verdi, quelli scarlatti diventano neri i bianchi diventano gialli, ecc. Bellissimi effetti si ottengono coi fiori screziati di varii colori. I fiori di fucsia bianchi e rossi diventano gialli, azzurri e verdi.

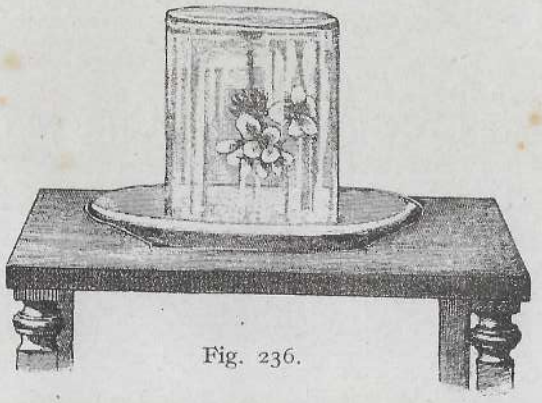


Fig. 236.

I fiori che hanno subito tale mutamento di colorazione lo conservano per parecchie ore quando siano immersi nell'acqua pura; dopo ritornano gradatamente al colore primitivo.

Toccando i petali rossi dell'ibisco o del pelargonio con la cenere calda del sigaro si ottengono delle macchie azzurre o verdi che danno a questi fiori un aspetto assai strano. Si ottengono risultati analoghi (macchie verdi) con molti altri fiori, come rose, ortensie, trifoglio, violette, salvia dei prati, pervinca, ecc.; macchie azzurre con la malva, il pelargonio, ecc. I fiori gialli non cambiano; le rose bianche si macchiano d'un bel giallo. Le foglie colorate si comportano variamente.

Si può trasformare in modo assai strano il pelargonio fissandolo pel gambo, con cera, al fondo d'un bicchiere capovolto su di un piatto contenente un po' d'ammoniaca (fig. 236) dopo averne però macchiato i petali in azzurro toccandoli come si è detto con

la cenere del sigaro. L'ammoniaca farà diventar azzurro tutto il fiore mentre i punti resi azzurri dal sigaro diventeranno d'un bel giallo. Dopo una mezz'ora il fiore avrà un aspetto stranissimo. Alcuni punti saranno rimasti rossi, il resto sarà azzurro con macchie regolari gialle, il tutto con aspetto velluttato di bellissimo effetto.

COLORAZIONE ARTIFICIALE DEI FIORI FRESCHI

I.

S'immerge l'estremità del gambo del fiore, tagliato di recente, nel bagno di tintura. Per capillarità l'acqua ascende nel gambo e dopo alcune ore la materia colorante è già penetrata nei petali; il margine estremo dei petali comincia a colorarsi leggermente, poi a poco a poco la colorazione copre completamente tutto il fiore.

La tintura non si produce mai immergendo tutto il fiore nel bagno e nemmeno bagnandolo all'esterno con la soluzione colorata; è indispensabile che l'assorbimento si faccia nel modo indicato, per capillarità. Le materie coloranti più adatte sono quelle d'anilina.

La colorazione verde si ottiene col *verde brillante*. Il colore violetto col violetto di metile. Pel rosa si usa il rosso di anilina o di fucsina. Queste materie coloranti si adoperano in soluzione più o meno diluita secondo la gradazione che si vuol ottenere. La soluzione acquosa deve essere filtrata, e se occorre vi si aggiunge un po' d'alcool per facilitare la soluzione.

II.

Tutti i coloranti *acidi* possono servire alla colorazione dei fiori recisi. I più adatti sono quelli per lana e, in generale, le marche *S*, o *acide* del commercio. L'acido picrico, il giallo acido *S*, la tartrazina, il verde Guinea, la fucsina acida, l'eosina all'acido sono le più pratiche. Occorre operare sui fiori il più presto possibile dopo il taglio, essendo l'ascensione facilitata dall'evaporazione che si produce alla superficie delle foglie o dei fiori, la quale diminuisce con l'appassimento, naturalmente.

Sulle piante vive non si ha colorazione se non recidendo qualche barbatella delle radici.

Si possono ottenere gradazioni svariate, con opportune miscele di colori. In generale occorrono parecchie ore od anche una giornata per avere il massimo di colorazione.

I colori non penetrano tutti con uguale facilità nei fiori. L'eosina, la sulfofucsina salgono con grande rapidità, i bleu e i bruni penetrano invece assai lentamente. I colori che dànno i migliori risultati sono:

Verdi: Verde-sulfo.
Rossi: Eosina, ponsò di xilidina e sulfofucsina.
Azzurri: Bleu di trifenilrosanilina trisulfonato.
Gialli: Acido picrico.
Violetto: Violetto acido *S R (O)*.

LETTERE BIANCHE SU STOFFA COLORATA

Sopra un pezzo di stoffa di colore unito si tracciano dei caratteri o disegni con una punta bagnata in un acido potente (solforico, azotico, ecc.), i segni tracciati non saranno visibili, ma appena la stoffa venga immersa, tenendola tesa con una sbarretta di vetro o con un grosso chiodo, nell'acqua di Javelle tosto avrà luogo nei punti toccati dall'acido, un vivo sviluppo di cloro che determinerà in essi la decolorazione della stoffa. Occorre estrarre subito il pezzo di stoffa dal bagno di acqua di Javelle e lavarlo in acqua pura.

INCHIOSTRO SIMPATICO A QUATTRO VARIAZIONI

Si scrive sulla carta con una soluzione di solfato di zinco o di rame nell'acqua. I caratteri riusciranno invisibili. Si sfrega poi la scrittura con un tampone di ovatta imbevuto di decozione di noce di galla ed allora essa apparirà. Si imbeve un altro piccolo batuffolo di cotone con acido solforico allungato; passando questo leggermente sulla scrittura essa sparirà. Infine bagnandola con cotone imbevuto di carbonato di potassa in deliquescenza la scrittura apparirà in giallognolo.

CARTE CHIMICHE

Alla fenolftaleina. – Carta da filtro, bianca, imbevuta di una soluzione all'1% di fenolftaleina in alcool al 96%. La carta, che è perfettamente incolora, si colora in rosso in presenza di alcali (esclusa l'ammoniaca) e si scolora di nuovo bagnandola con un acido.

All'acetato di piombo. – Solita carta, imbevuta di soluzione di acetato di piombo neutro al 10%. Si colora in nero in presenza di acido solfidrico.

CARTA ELETTROCHIMICA

Questa carta annerisce sotto l'azione della corrente elettrica, sicchè vi si possono tracciare segni o caratteri per mezzo di un martelletto elettrico, come quello dei telegrafi. Si prepara immergendo la carta comune in questa soluzione:

Acqua	20
Nitrato d'ammonio cristall.	30
Prussiato giallo di potassio	1

Non è necessario conservarla al riparo dall'aria.

UN PO' DI MAGÌA GRAFICA

Comincerò col notare come a temperatura ordinaria il mercurio metallico diffonda all'intorno vapori in quantità sufficiente da dar luogo, anche ad una certa distanza, alla riduzione di taluni sali metallici, come quelli di platino, d'oro, d'iridio, di palladio, ecc.

Siasi dunque eseguito con una soluzione di cloruro di platino un disegno su di un foglio di carta bianca; esso non apparirà per nulla all'occhio stante la colorazione estremamente tenue di tale soluzione. Esponendo il foglio sopra il mercurio contenuto in un piatto ad esempio, si vedrà apparire, in modo *magico*, il disegno sul foglio bianco.

Si può eseguire l'esperimento in senso inverso.

Si espone dapprima il disegno o lo scritto ai vapori mercuriali che, stante la natura metallica dell'inchiostro si fisseranno su di

esso a preferenza. Presentando poi tale scritto ad un foglio bianco sensibilizzato con soluzione di cloruro di platino si vedrà riprodursene in questo una copia in tratti più o meno scuri di tono assai delicato quantunque assai netto, di bellissimo effetto.

E.... molte cose *magiche* sono ancor meno difficili e complicate di queste!

ZOLFO AZZURRO

Quando il solfo si trova in un liquido in istato di estrema divisione passa per una serie di tinte delicatissime prima di assumere la sua tinta citrina caratteristica. Si può verificar ciò facendo una soluzione diluita di iposolfito di soda nell'acqua distillata e versandovi una goccia di acido cloridrico; tosto il liquido limpido si intorbida, diventa violetto chiaro, poi lilla, celeste, azzurro grigio, giallastro, ed infine giallo di solfo chiaro. Tali mutamenti di colore non durano che un minuto. Il precipitato così ottenuto costituito da solfo puro è noto col nome di *magistero di solfo*.

I DISEGNI AL FUMO DI TABACCO

Un disegno tracciato sulla carta con soluzione di nitrato d'argento ed esposto al sole apparisce a tratti violetti per l'azione decomponente che la luce esercita sui sali d'argento.

Immergendolo poi in una soluzione di sublimato corrosivo, il disegno scompare.

Per farlo riapparire basta dirigere su di esso del fumo di tabacco il quale agisce per mezzo dell'ammoniaca che contiene. Si otterrebbe quindi lo stesso effetto esponendo il disegno a dei vapori ammoniacali.

IL FUMO MISTERIOSO

Si tratta di fumare una sigaretta e di farne penetrare il fumo in un bicchiere coperto da un piatto, stando lontano dal bicchiere stesso.

Si riesce facilmente in questo gioco chimico versando in precedenza nel bicchiere qualche goccia d'acido cloridrico in modo

da *inumidirne* le pareti, e bagnando leggermente il disotto del piatto con ammoniaca. Quando si pone il piatto sul bicchiere, i vapori d'ammoniaca trovandosi in presenza di quelli d'acido cloridrico si ha formazione di *cloridrato d'ammoniaca* (sale ammoniaco) che è bianchissimo sotto forma di cristallini microscopici, e che in distanza somiglia appunto al fumo di tabacco (fig. 237).

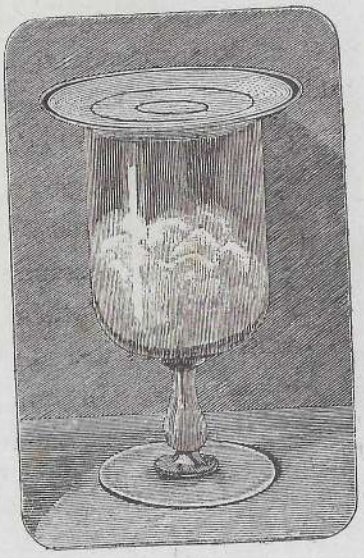


Fig. 237.

Fig. 238.

Un risultato analogo si può ottenere nel modo indicato nella fig. 238 cioè soffiando sull'orlo d'una bottiglia aperta contenente acido cloridrico, in modo che i vapori trascinati dalla corrente d'aria vadano ad incontrarsi con quelli uscenti da una bottiglia contenente ammoniaca.

LA SCRITTA SULL'ACQUA

In una bottiglia Woolf a doppio collo si produce del gass olfidrico facendo agire acido solforico (oppure acido cloridrico) sopra del solfuro di ferro. Il gas si svolgerà dal tubo a destra della figura e lo si addurrà mediante tubo di gomma ad un tubetto di vetro appuntito. Uscendo da questo tubetto il getto di gas verrà acceso; facendo scorrere la fiamma sull'acqua d'una bacinella si

depositerà dello solfo in polvere tenuissima, il che permetterà di scrivere o di disegnare a piacere sulla superficie dell'acqua.

Fig. 239.

LIQUIDI COLORATI

I.

Indichiamo alcune formole per soluzioni saline variamente colorate, quali si usano per bocce da farmacia; queste soluzioni colorate possono venire utilizzate in varii esperimenti.

Azzurro:

Solfato di rame	gr.	480
Acido solforico	»	60
Acqua	»	4000

Giallo-bruno:

Bicromato potassico	gr.	150
Acido nitrico	»	120
Acqua	»	4200

Giallo:

Bicromato potassico	gr.	30
Bicarbonato potassico	»	22.5
Acqua	»	4050

Rosso:

Soluz. offic. di percloruro di ferro	gr.	60
Soluz. conc. d'acetato d'ammonio	»	120
Acido acetico (33%)	»	30
Acqua	»	8700

Cremisi:

Ioduro potassico	gr.	7.5
Acido cloridrico	»	60
Acqua	»	4430

Tutte queste soluzioni devono essere filtrate. Adoperando acqua distillata si conservano per 5 a 10 anni. Per impedire il congelamento si può aggiungervi 10% di alcool o di glicerina e diminuire la quantità dell'acqua.

II.

I seguenti miscugli dànno luogo ad una colorazione che resiste a lungo all'azione del sole:

Rosso:

Nitrato di cobalto	gr.	3
Carbonato ammonico	»	2
Acqua distillata	»	1000

Giallo:

Bicromato potassico	gr.	3
Carbonato sodico	»	2
Acqua distillata	»	95

Arancio:

Bicromato potassico	gr.	4
Acido nitrico	»	1
Acqua distillata	»	120

Azzurro:

Solfato di rame	gr.	14
Allume	»	14
Acido solforico	»	13
Acqua distillata	»	473

Verde pallido:

Solfato di nichelio	gr.	1
Acido nitrico	»	3
Acqua distillata	»	495
Bicromato potassico	*quanto basta*	

Verde oliva:

Solfato di rame	gr.	35
Acido cloridrico	»	35
Carbonato ferroso	»	4
Acqua distillata	»	450

III.

A STRATI COLORATI DIVERSI

Si versano accuratamente nei vasi, per mezzo di un lungo imbuto e facendoli scorrere lungo le pareti, in modo da evitare che si mescolino, i liquidi seguenti:

1° Acido solforico colorato in *azzurro* con indaco *polverizzato*; 2° cloroformio puro *incoloro*; 3° glicerina colorata in *giallo chiaro* con colore di zucchero; 4° olio di ricino colorato in *rosso* con alizarina; 5° alcool del p. sp. 0.935 (57%) colorato in *verde* con anilina; 6° olio di fegato di merluzzo colorato in *giallo carico* con essenza di trementina; 7° alcool 96% colorato in *violetto* con violetto d'anilina.

QUATTRO LIQUIDI IN UN BICCHIERE

Mercurio — Soluzione satura di carbonato di potassio in acqua — Alcool colorato in rosso con un colore d'anilina — Olio di cherosene.

LIQUIDI PESANTISSIMI

Questi liquidi servono per la separazione degli elementi di polveri di minerali e per la determinazione del peso specifico in certi casi.

I bagni più densi sono costituiti da miscele fuse di nitrato d'argento con le quali si può ottenere p. sp. di 5 a 6.

Ioduro e nitrato d'argento (a. b. m. a 70°); densità massima 5. Questi bagni sono di uso poco comodo e di densità troppo elevata, quale raramente si richiede nella pratica. Sono preferibili le soluzioni saline delle quali facciamo seguire alcune formole.

I. Di THOULET — Peso specifico 3,2:

Acqua	100
Ioduro mercurico	539
Ioduro potassico	435

Non esercita azione chimica sui minerali.

II. Di ROHRBACH — Scaldare a 150-200° in recipiente di vetro:

Acqua	100
Ioduro di bario	500
Ioduro mercurico	650

Agitare fino a soluzione e lasciar evaporare sino all'inizio della cristallizzazione, lasciar raffreddare e filtrare. P. sp. 3,58. Nor si può diluire con acqua.

III. Di KLEIN — Soluz. concentrata acquosa di borotungstato di calcio. P. sp. 3,28. Offre l'inconveniente di scomporre i carbonati.

Nella maggior parte dei casi la soluz. Thoulet è da preferirsi.

IV. Miscela fusa di:

Nitrato d'argento	85
Nitrato di bario	131

A temp. superiore ai 75°; d. 4,50.

V. Miscela fusa di:

Nitrato d'argento	85
Nitrato di bario	531

A temp. superiore ai 250°; d. 9,84.

VI. Miscele fuse di cloruri di piombo e di zinco, a temp. fra 200 e 400°; d. 4 a 5.

VII. Le soluz. acquose sature di tungstenoborato di calcio arrivano al peso specifico 3,36 e in tale liquido tutte le pietre — selci, granito, calcare — galleggiano come il legno sull'acqua.

Si è perfino proposto l'uso di queste soluzioni per la separazione delle pietre preziose commiste a rocce in frammenti; le pietre preziose hanno, generalmente, peso specifico più elevato delle rocce, le quali non oltrepassano il 2,8.

LIQUIDI INCONGELABILI

I. L'alcool e la glicerina che vengono usati nei casi in cui occorrono liquidi non assolutamente *incongelabili*, ma a punto di congelazione assai basso (torchi idraulici, freni per artiglieria, ecc.), hanno l'inconveniente di costar troppo. Viene consigliato in sostituzione, l'uso d'una soluz. di cloruro di calcio a 28% che costa pochissimo e può sopportare fino a 32° sotto zero; essa non attacca i metalli.

II. La soluzione seguente è più costosa:

Cloruro di magnesio	1
Cloruro di calcio	10
Cloruro d'alluminio	20
Acqua	969

III. Sofato di soda al 10%.

IV. Carbonato di soda al 10%.

UOVA INCISE

Diamo nelle figg. 240, 241, 242 e 243, quattro esempi di uova incise meccanicamente — uno giapponese, copto il secondo, Indiani gli altri due; si tratta di uova di struzzo, dal guscio molto grosso, ma questi lavori si possono fare benissimo su uova d'anitra, di tacchina ed anche di gallina, dal guscio un po' robusto.

Fig. 240.

I procedimenti d'incisione per *corrosione* consistono nel ricoprire la superficie da incidere — metallo, pietra, ecc. — con una vernice od un grasso e nel versare poi sul pezzo così preparato un liquido capace di corrodere la materia di cui è costituito l'oggetto, ma che non abbia azione alcuna sulla vernice o sul grasso. Dopo un certo tempo l'azione corrosiva avrà operato così profondamente da far risaltare in rilievo le parti coperte collo strato protettore.

Nel caso dell'uovo, il cui guscio è calcare, si potrà scrivervi o disegnarvi sopra con sego fuso o con soluzione di gomma elastica, o con altra simile vernice scorrevole; il liquido corrosivo

sarà un acido debole — quale l'aceto od una soluzione diluita di acido solforico — nella quale si lascerà immerso l'uovo per circa tre ore.

Quando si operi sopra uova vuotate occorrerà turarne i fori con cera perchè l'acido non agisca nell'interno.

Fig. 241.

Volendo avere incisi i *disegni* anzichè il *fondo* bisognerà spalmare tutto l'uovo con questa vernice:

Cera gialla	2
Resina mastice	2
Asfalto	1

Si tracceranno poi i disegni con una punta (un ago fissato in un portapenne) procurando di scoprire col tratto il guscio dell'uovo.

S'immergerà poi l'uovo nell'acido, al solito.

Fig. 242.

Fig. 243.

TOELETTA CHIMICA

Nei giochi di società che occupano le lunghe serate invernali si usa infliggere delle *penitenze*, fra le quali ve ne sono che lasciano le mani od anche la faccia della vittima più o meno insudiciate, per es., quella del piatto affumicato, ben nota.

Volendo mettere alla disperazione il condannato, potrà farsi avanti il *chimico* dell'adunanza e proporgli amichevolmente di ripulirsi in una bacinella dove sarà preparata acqua acidulata (*leggermente*) con acido solforico; il sapone comune non si scioglie in tale acqua, sicchè il povero paziente, anzichè pulirsi, s'impegolerà sempre più in una poltiglia viscida.... e finirà col maledire per lo meno la chimica!

L' UOVO MALLEABILE

Si può rendere un uovo cedevole al punto da poterlo introdurre in una bottiglia a collo stretto, farlo passare attraverso ad un anello, ecc., in questo modo semplicissimo.

Basta lasciarlo immerso per uno o due giorni nell'aceto forte il quale agisce sul carbonato di calce del guscio rammollendolo.

Dopo introdotto l'uovo ad esempio in una bottiglia, si potrà rendere alla scorza la primitiva durezza mettendovi dell'acqua con poca soda, che si cambierà a più riprese. Si avrà così un uovo con la sua scorza dura entro ad una bottiglia a collo più stretto del diametro minimo di esso.... il che, invero, potrà sembrare paradossale.

COME SI ACCENDE IL FUOCO CON L'ACQUA

È noto come la calce viva sia avidissima di acqua, unendosi alla quale può sviluppare fino a 300° di calore. Siccome lo stagno fonde a 228°, se si avvolge con della stagnola un pezzo di calce viva, facendovelo aderire accuratamente, e poi si bagna la calce, si otterrà in alcuni punti la fusione della foglia di stagno.

Si può anche determinate in tal modo l'accensione d'un bioccolo di fulmicotone che si posa sulla calce dopo averla inumidita (un cucchiaio di acqua per 200 gr. circa). Dopo 10 minuti si forma

una nuvoletta e poi dei vapori abbondanti; in breve la calce si scalda e allora il fulmicotone si accende con leggerissima esplosione. Se tardasse ad accendersi basterebbe bagnare ancora la calce con acqua.

È poi notissimo che versando acqua sul carburo di calcio si ottiene una fiammata d'acetilene; questo gas sviluppatosi per l'azione dell'acqua sul carburo si accende per effetto del calore sviluppatosi nella reazione.

FAR CUOCERE UN UOVO SENZA FUOCO

Il modo più semplice sarà quello di mettere l'uovo nel mezzo d'un recipiente pieno di calce viva in pezzetti. Inumidendo la calce si svilupperà tanto calore da determinare la cottura dell'uovo.

Sicchè non solo tale cottura si sarà effettuata *senza fuoco*, ma per mezzo dell'acqua *fredda*!

A PROVA DI FUOCO

Volete rendere le vostre mani insensibili a temperature abbastanza alte, tanto da emulare i saltimbanchi che si producono sui pubblici mercati?

Non avete che da preparare una soluzione satura di allume nell'acqua bollente, decantarla quando sia fredda e aggiungervi sapone molle, quanto basta per avere una pasta poco consistente con la quale vi spalmerete le mani. Potrete allora arrischiare le vostre prove, risalendo dalle meno difficili alle più ardue, con le debite cautele!

SERPENTI DI FARAONE

Questi famosi serpenti non sono altro che cilindretti di solfocianuro di mercurio. Come è noto, la proprietà caratteristica di questi composti consiste nel bruciare lentamente, quando vengono

accesi in un punto, svolgendosi a modo di serpente, in volume enormemente maggiore del primitivo (fig. 244).

Sebbene essi non siano tanto velenosi quanto si credeva, si dovrà però farne uso con qualche precauzione, cioè: non respi-

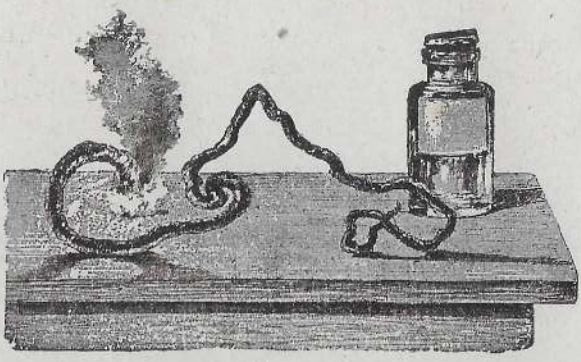


Fig. 244.

rare i vapori che si producono nella combustione, operare all'aperto od in ambienti ventilati, e non maneggiare il residuo spugnoso della combustione.

ZUCCHERO TRASFORMATO IN CARBONE SENZA FUOCO

Siccome lo zucchero è costituito d'acqua e di carbonio, col calore viene facilmente privato dell'acqua e ridotto in carbone. Se si versa in un tubo da saggio della polvere di zucchero e si fa poi scaldare dolcemente alla lampada ad alcool si finisce coll'ottenere una massa nera spugnosa di carbone (fig. 245).

Ora lo stesso effetto si può ottenere coll'azione dell'acido solforico in luogo di quella del calore, stante la grande affinità che detto acido ha per l'acqua. In un recipiente alto e stretto si mette dello zucchero in polvere e pochissima acqua facendone una pasta densa. Si versano poi sulla pasta, a poco a poco, circa il doppio del suo peso di acido solforico concentrato agitando continuamente. La pasta diventa nera e poi ad un tratto sale nel

recipiente fino a spandersi fuori; sarà quindi bene posare il recipiente su di un piatto (fig. 246). Si svolge del vapore ed il calore

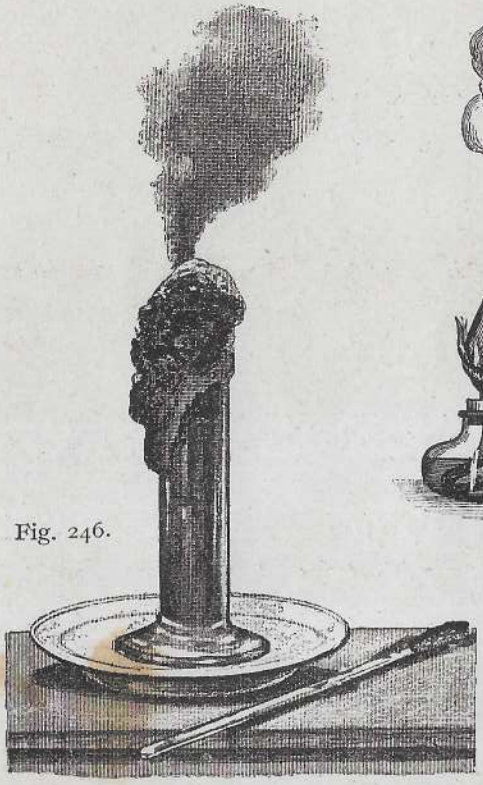


Fig. 246.

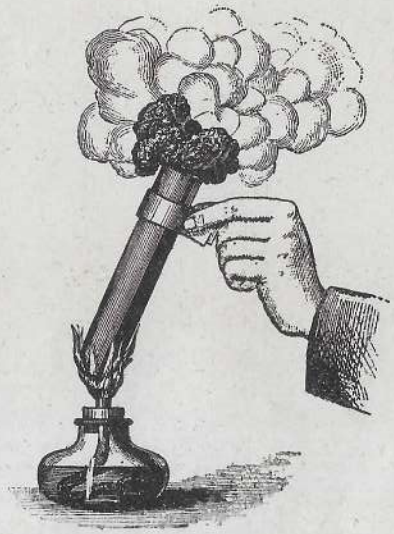


Fig. 245.

sviluppato dalla reazione è tale da non permettere di toccare colla mano il vetro del bicchiere.

IL DISEGNATORE INCOGNITO

I.

Sopra un foglio di carta non molto grossa — carta da stampa ad esempio — si traccia con un pennello o con un fuscello di legno un disegno qualunque a contorni molto grossolani, servendosi di una soluzione satura a freddo di salnitro (nitrato di potassa). Quando il disegno sia secco riuscirà invisibile, per cui converrà

segnare con la matita un punto del suo contorno per servirsene come ora indicherò (fig. 247).

Siccome il salnitro, molto ricco di ossigeno, riesce assai atto a mantenere la combustione, basterà toccare con un fuscello in-

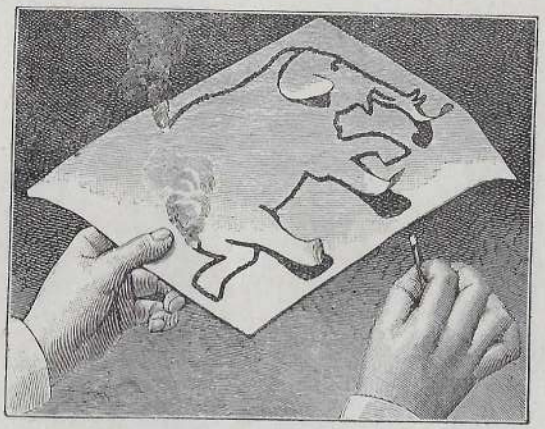


Fig. 247.

candescente un punto del contorno del disegno tracciato nel modo suesposto, per comunicargli tosto il fuoco, che si propagherà a poco a poco a tutto il disegno carbonizzando la carta secondo il contorno di esso. Qualora neussun punto del disegno riuscisse visibile si applicherebbe il fiammifero o il fuscello incandescente nel punto previamente segnato a matita.

II.

Se si scrive su carta bianca con soluzione di cloruro di platino non si vedrà traccia della scrittura essendo la tinta del cloruro di platino, in soluzione diluita, appena leggermente giallognola. Esponendo poi il foglio sopra un recipiente che contenga alquanto mercurio, il metallo apparirà tosto sulla carta comunicando ai tratti una colorazione più o meno carica.

Il fenomeno è dovuto alla *riduzione* del cloruro di platino per effetto dei vapori di mercurio che, in quantità tenuissima ma sufficiente, si svolgono dal metallo anche alla temperatura ordinaria.

Si può anche procedere in quest'altro modo. Tracciati i caratteri o il disegno col cloruro di platino si espone il foglio ai vapori mercuriali, indi lo si poggia su di una carta che sarà stata previamente sensibilizzata con una soluzione di cloruro di platino; si otterrà tosto una riproduzione del disegno sulla carta, che sembrerà bianca.

Questi disegni sono di bell'effetto avendo toni dolcissimi e tratti assai netti.

IL CACCIATORE GIAPPONESE

Si disegna sopra un cartoncino qualunque una scena simile a quella rappresentata nella nostra fig. 248; si traccia con un pennellino, bagnato in una soluzione satura di salnitro, una linea da *A* in *B*; in *B* si pone un poco di fulminato di mercurio o una

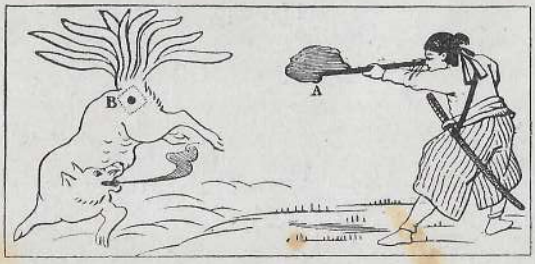


Fig. 248.

capsulina da pistoletta che contiene appunto un poco di tale preparato. Questa capsulina si dissimula sotto una carta attaccata con colla d'amido, oppure sotto la figura d'animale che in tal caso si disegna a parte e poi si riporta incollandola sul cartoncino. Così preparate le cose basterà toccare in *A* con una spilla arroventata per vedere una striscia di fuoco propagarsi da *A* in *B* dove produrrà lo scoppio della capsuletta. Occorre che il tutto sia ben secco.

Questo piccolo fuoco d'artifizio venne — a suo tempo! — modificato in America applicandolo al disgraziato accidente dell'incrociatore *Maine* saltato a Cuba per uno scoppio che gli americani vollero attribuire agli spagnuoli. A New-York questa ricreazione politica ebbe immenso successo.

La fig. 249 rappresenta il *Maine* all'ancoraggio prima dell'esplosione, la quale ha luogo avvicinando un cerino acceso nel punto segnato 1 ed è rappresentata nella figura 250. Si tratta della stessa disposizione indicata pel *cacciatore giapponese*.

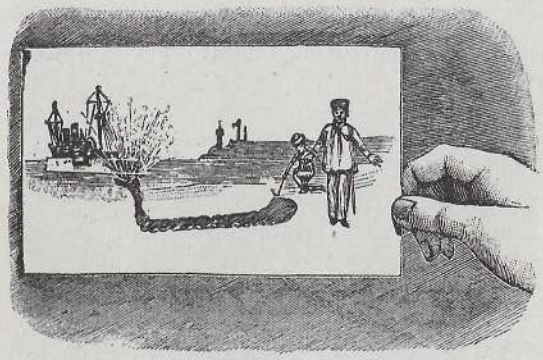


Fig. 249.

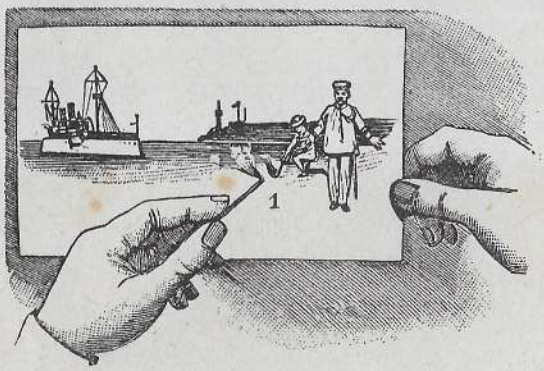


Fig. 250.

CARTA ERMETICA

È una specie di *carta-esca* di composizione ignota che bruciando assume forma di felci, licheni, ecc.; le ceneri sono verdi e assai più voluminose che la carta stessa. Solo si sa che è imbevuta di varii sali metallici molto comburenti (nitrati di nichelio e cobalto) in combinazione con basi organiche.

CARTA DIABOLICA

Simile alla precedente. Contiene ferro, etilanilina e nitrato di cromo.

CARTA-ESCA

Le *carte-esca* si accendono facilmente con le scintille di un acciarino, al contatto di un corpo incandescente, ecc. Seguono alcune ricette per preparare queste carte, che vengono messe in commercio sotto svariati nomi: (carta-fuoco, carta-vulcano, carta-russa, carta-scintilla, ecc.) a prezzi elevati.

Si immergono per circa un'ora delle carte non gommate in uno dei bagni seguenti, i quali devono essere mantenuti a temperatura molto elevata:

1° Un litro d'acqua, 400 gr. d'acetato di piombo, 50 di salnitro.

2° Un litro d'acqua, 400 gr. di nitrato di piombo, 50 di clorato di potassa.

3° Un litro d'acqua, 250 gr. di clorato di stronziana, 200 d'azotato di piombo.

4° Un litro d'acqua, 250 gr. di clorato di potassa, 100 di salnitro.

La carta ritirata da uno di questi bagni si secca stendendola sopra corde e si conserva in luogo secco.

CARTA AL MAGNESIO

Tra due fogli di carta sottile ed impermeabile si mette il magnesio in polvere; s'incollano i fogli con colla d'amido e si secca. Il foglio così preparato viene poi posto fra due fogli di carta spolverati, dal lato interno, di clorato di potassa. Si incolla come precedentemente, e quando è secca, si taglia a strisce che si possono usare come il *nastro* di magnesio.

AL FUOCO, AL FUOCO!

Ecco un modo semplicissimo di rappresentare l'incendio d'una casa. Con una soluzione di salnitro (V. l'esperimento *Disegnatore incognito* a pag. 227) si tracciano, con uno stecchino, i contorni di una casa sopra un pezzo di carta leggera. Si disegnano poi le porte, le finestre, ecc., con una salda d'amido assai chiara. Tali tratti debbono essere collegati fra loro con un tratto fino. Si spolvera quindi il tutto, finchè è umido, con polvere di clorato di potassa e con una scossa rapida se ne fa saltar via l'ecesso. Indi si fa seccare.

Ciò preparato basterà avvicinare un fiammifero, che abbia ancora l'estremità incandescente, in un punto del disegno fatto a salnitro per vedere disegnarsi in fuoco il contorno della casa. Facendo allora cadere una goccia d'acido solforico, che sembrerà acqua, sopra uno dei tratti eseguiti coll'amido si svilupperà subito una fiamma violetta che seguirà i tratti, uscirà dalle finestre rese visibili, ed infine la carta con tutta la costruzione effimera sarà preda delle fiamme.

Si tratta qui di fenomeni di *ossidazione*; il salnitro fornisce l'ossigeno al carbone della carta e ne favorisce quindi la combustione. L'acido solforico scompone il clorato di potassa con formazione di acido ipoclorico che fornisce al carbonio contenuto nell'amido l'ossigeno necessario alla sua rapida combustione.

Nota. — In luogo dell'amido si possono usare altri composti organici, come gomma arabica, resina, licopodio, zucchero, ecc.

POLVERI INFIAMMABILI

Si pone sopra un mattone una miscela polverulenta di clorato di potassa e zucchero od amido. Facendovi cadere, mediante una bacchetta di vetro, ad una certa distanza, una goccia d'acido solforico si ottiene una bella fiamma splendidissima. Si può operare su 10 gr. circa di miscela. Occorre stare attenti alle proiezioni di scintille.

Si riesce anche meglio aggiungendo alla miscela della polvere di magnesio, alluminio o zinco. Al contatto dell'acido si formano sprazzi di scintille abbaglianti, di bellissimo effetto.

Dànno ottimo risultato le composizioni seguenti:

1° Clorato di potassa	4
Magnesio in polvere	1
Licopodio	1
2° Clorato di potassa	4
Alluminio, o magnesio, in polvere	1
Zucchero in polvere	1

Si ottiene uno sprazzo brillante di scintille d'uno splendido rosso vivo con questa miscela di polveri:

Alluminio	12
Nitrato di stronziana	12
Nitrato di potassa	12
Carbone	2
Solfo	2
Gomma arabica	5

FIAMME COLORATE

VISIONI CADAVERICHE, DIABOLICHE

Si ottengono facilmente fiamme variamente colorate per mezzo dell'alcool nel quale si sciolgono le varie sostanze seguenti:

Fiamma gialla.

Alcool a 90°	30
Sale marino	8

Il sale deve essere finamente polverizzato; si versa poi la soluzione in una tazza e s'infiamma; la tinta che si ottiene dà al viso una tinta cadaverica caratteristica.

Rosso Carmino.

Alcool a 90°	35
Cloruro o nitr. di stronzio	10

Azzurro carico.

Alcool a 90°	35
Nitrato di piombo	8

Rosso.

Alcool a 90°	35
Solfuro mercurico (cinabro)	10

Aranciato.

Alcool a 90°	35
Cloruro di calcio	10

Verde.

Alcool a 90°	35
Acido borico	10

Verde smeraldo.

Alcool a 90°	35
Nitrato di rame	10

Violetto.

Si fa una soluzione di clorato di potassa in poca acqua e vi si aggiunge molto alcool.

Per ottenere la fiamma colorata si può far uso di lampadine molto economiche composte di gusci di noci forati con un ferro

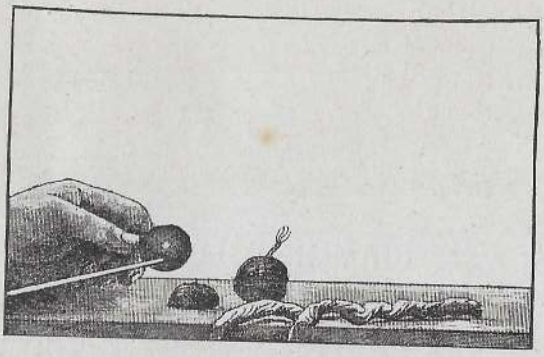


Fig. 251.

rovente e muniti di lucignolo comune. Occorre aver cura di *non* riempirle completamente. In tal modo si può fare un'illuminazione di effetto splendido (fig. 251).

La polvere da cannone mista a limatura di ferro dà brillanti scintille rosse e bianche che riescono ancor più brillanti usando limatura d'acciaio o di ghisa.

Col nerofumo si ha colorazione rossa di varie gradazioni.

L'ambra, la colofonia, oltre il salmarino già citato, producono fiamma gialla.

Il solfato di rame misto a sale ammoniaco dà un verde-oliva.

La canfora dà fiamma bianchissima e assai profumata.

La mica gialla dà bellissime scintille gialle. Si usa per produrre le *piogge* d'oro in pirotecnica.

Il licopodio — usato in teatro — dà colorazione rosa con fiamma di una certa durata.

COMBUSTIONI SMAGLIANTI

Alcuni metalli si combinano, a temperatura abbastanza elevata, coll'ossigeno dell'aria in modo così energico da sviluppare luce intensissima. Tale il magnesio in filo o in laminette. La luce è ancor più viva nell'ossigeno puro, con aumento da 37 a 55.

Se si proietta della limatura di magnesio in una fiamma ad alcool si ottengono splendide scintille che brillano come stelle.

Lo zinco, fuso in un crogiolo, quando è giunto al punto di ebollizione, si infiamma e brucia con fiamma bianca splendentissima, trasformandosi in ossido infusibile, che si spande nell'aria in leggeri fiocchi bianchissimi.

Analogamente si comporta l'antimonio, ma il suo ossido è velenoso, e non si deve respirarlo.

REAZIONI CHIMICHE LUMINOSE

I

Si piega un foglio di stagnola come un foglio di carta da lettere e vi si mette frammezzo del nitrato di rame ridotto ad una pasta densa con un po' d'acqua. Si avvolge rapidamente la stagnola formandone una pallottola contenente meno aria che sia possibile, e la si colloca in una ciotola all'aria aperta. Dopo alcuni istanti si manifestano delle fenditure nella pallottola e si svolgono dei vapori nitrosi; la pallottola si scalda ed emette in ogni senso delle scintille di stagno incandescente. Qualora la reazione fosse lenta si può avvivarla con qualche goccia di acqua.

Il fenomeno è dovuto al grande potere ossidante del nitrato di rame.

II.

Si forma un'elica di filo di rame sottilissimo avvolgendolo attorno ad una cannuccia di penna, e se ne fissa l'estremità in un largo turacciolo piatto. Si sarà intanto preparato un vaso di vetro pieno di gas cloro mettendo sul fondo del cloruro di calcio e versandovi sopra un acido qualunque; lo svolgimento del cloro ha luogo lentamente ed è manifesto pel colore verde caratteristico di questo gas. Siccome esso è più pesante dell'aria questa viene

gradatamente scacciata dal vaso, che finisce col trovarsi pieno di cloro. Si scalda allora alla fiamma di una lampada ad alcool l'estremità libera del filo di rame e s'introduce rapidamente nel cloro, dove brucia con viva fiamma producendo del cloruro di rame. La lavatura del recipiente deve essere fatta all'aria libera, evitando di respirare i gas che contiene (figg. 252 e 253).

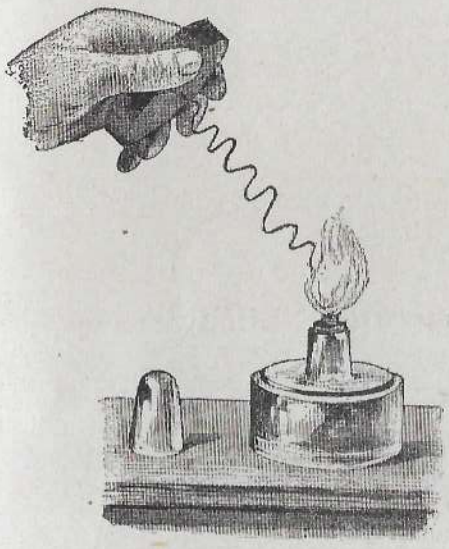


Fig. 252.

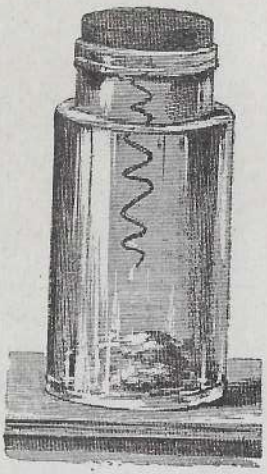


Fig. 253.

III.

La materia prima e gli apparecchi necessari alla fabbricazione di questi fuochi artificiali sono di tale semplicità che davvero non si saprebbe desiderare di più. Bastano infatti un poco di stagnola, quale ad esempio uno di quei foglietti nei quali è avvolta la cioccolata, una candela ed una pipa comune.

Si taglia la stagnola a strisce larghe 2 a 3 cm. e si presentano al dardo della fiamma della candela. Si chiama *dardo* della fiamma la sua estremità quando vi si soffia con un tubetto (nel nostro caso con la pipa) una corrente d'aria. La combustione dei gas della candela (trasformazione della stearina) avviene in tali condizioni con energia assai maggiore dell'ordinaria, trovandosi tali gas in presenza di una maggiore quantità d'ossigeno; quindi la fiamma

riesce meno luminosa, ma assai più calda. Con tale artificio servendosi d'una lampada a spirito o d'un becco a gas si ottiene facilmente la fusione del vetro e di molti metalli e minerali. Le nostre strisce di stagnola fonderanno dunque e cadranno in globuletti incandescenti che saltelleranno e scorreranno sulla tavola, suddividendosi talvolta in altri minori in varie direzioni (fig. 254).

Fig. 254.

Quando la fiamma sia forte e si faccia bruciare lo stagno rapidamente, i globuli si succederanno rapidamente offrendo l'aspetto d'un vero sprazzo di fuochi d'artificio in miniatura.

Il metallo nella combustione ha il tempo di ossidarsi per cui cade rivestito d'uno strato d'ossido, epperò non arreca alcun danno alla tavola, ancorchè questa sia coperta da tela cerata.

Quest'esperimento semplicissimo c'insegna dunque varie cose sia riguardo alla combustione della fiamma, sia riguardo alla fissazione dell'ossigeno dell'aria da parte dello stagno, ad elevata temperatura, e sarà utile che i giovani ricordino come dall'osservazione d'un fenomeno così semplice un chimico del XVII secolo abbia potuto comprendere la fissazione dell'*aria* (allora non si conosceva l'ossigeno) sui metalli. *Osservando* s'impara sempre qualche cosa!

FIAT LUX!

Un modo, dirò chimico, di ottenere luce, è il seguente.

In un cilindro di vetro si versa una soluzione satura e calda di salmarino; e su questa un'eguale quantità di acido cloridrico di densità 1,12. Rimescolando allora con una bacchetta di vetro, una luce verde-azzurrognola invaderà tosto tutto il cilindro. Se invece i due liquidi siano stati versati con tanta cura da averli *sovrapposti* e non mescolati entro al tubo, basterà dare a questo una forte scossa per ottenere lo sprazzo di luce.

In luogo dell'acido si può usare l'alcool e invece del cloruro di sodio (salmarino) possono servire il bromuro od il cloruro di potassio.

I fisici non sono concordi nello spiegare il fenomeno, al quale il Bandrowski attribuisce origine elettrica.

UN'OPERAZIONE DEGNA DI VULCANO

In un bicchiere a calice si mette poca acqua e del clorato di potassio in proporzione maggiore di quella che l'acqua può sciogliere (una parte di clorato potassico si scioglie in trenta di acqua), e alcuni frammenti di fosforo. S'introduce poi in fondo al vaso l'estremità affilata d'un piccolo imbuto per il quale si versa acido solforico concentrato. Appena questo arriva nella soluzione di clorato, reagisce su questo e sul fosforo, determinando parecchi getti di luce viva in seno al liquido.

Aggiungendo al fosforo alcuni piccoli frammenti di fosfuro di calcio, si producono in fondo al bicchiere dei getti di fuoco d'un bel verde smeraldo, mentre dei lampi giallastri si sviluppano alla superficie del liquido. *Operare con molta precauzione* e su piccole quantità.

IMITAZIONE DELLA SUPERFICIE LUNARE

I.

Si spalma una scodella da minestra con un leggero strato di lardo o d'olio; si distribuisce su di essa a strato assai irregolare del citrato di magnesia granulare. In altro recipiente si mette tan-

t'acqua da poter riempire con essa la scodella, e vi si stempera due terzi del suo volume di gesso scagliola (gesso finissimo) gettando via l'acqua che risultasse eccedente. Si rimesta la poltiglia, in modo che resti impastata irregolarmente; finalmente la si getta sul citrato preparato nella scodella. Si produce tosto una viva effervescenza dovuta allo sviluppo del gas carbonico che si svolgerà in bolle di varia dimensione ed assai irregolarmente, producendo nella pasta di gesso delle forme vulcaniche che resteranno fissate dalla rapida presa del gesso medesimo. Il risultato sarà una superficie lunare; la somiglianza è ancora più sorprendente quando si confrontino le *fotografie* delle due superfici.

II.

In una ciotola di porcellana, piuttosto grande, si colloca in fondo del nitrato di piombo e poi del sale ammoniaco: si formerà

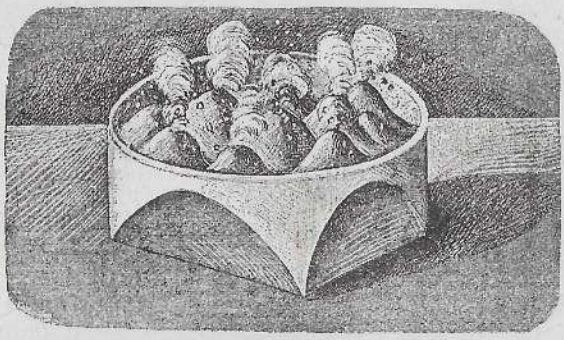


Fig. 255.

una quantità di piccole protuberanze dalle quali usciranno vapori e polveri che daranno un'immagine assai riuscita di vulcani in eruzione (fig. 245).

III.

La celebre esperienza di Lémery sui vulcani si può riprodurre facilmente. Fate, con acqua, un impasto di 50 gr. di solfo in polvere e 100 di limatura di ferro. Sotterrate questa pasta in giardino a circa 30 cm. di profondità. Dopo circa 10 ore vedrete il suolo sollevarsi e attraverso alle crepature di questo cratere minuscolo

svolgersi delle fiamme, dalle quali ricadrà, come una lava, un ammasso di ceneri giallastre. Oppure si ricopre la miscela suindicata con argilla e pietruzze dandole una forma conica, la forma tipica dei vulcani; all'estremità si lascia una piccola apertura. Dopo un quarto d'ora un getto di vapore esce dal cratere, la montagna diventa vulcano col suo pennacchio. Non manca che la lava.

Lo solfo ed il ferro reagendo per formare il solfuro di ferro hanno sviluppato tanto calore da vaporizzare parte dell'acqua che li teneva impastati.

IV.

Un'altra buona imitazione di vulcano si può ottenere disponendo sopra una lastra di metallo o di pietra un piccolo cono di bicromato di potassio polverizzato e cospargendolo di nero d'ossa; occorre ora determinare l'accensione del cono; a tal uopo si disporranno due o tre capocchie di cerino in una piccola cavità che fungerà da cratere.... prematuro, e vi si appiccherà il fuoco. Si avrà allora, per effetto del calore, scomposizione del bicromato di potassio con formazione di ossido di cromo, che fondendosi darà *colate* dall'apparenza di scorie. Avremo così la formazione d'un cratere centrale e quella successiva di altri simili sui fianchi della piccola montagna con proiezioni di particelle incandescenti, deposito di ceneri, alternative di riposo e di parossismi eruttivi, fino a che tutto il cono si sia trasformato in un cumulo di scorie leggerissime.

Dobbiamo però far osservare che — sia in questo esperimento come negli analoghi precedenti non abbiamo che la riproduzione — entro certi limiti — delle *apparenze* dei fenomeni vulcanici, i quali — in natura — non si producono in maniera consimile, ma con processo assai diverso, che qui non è luogo di descrivere; processo che per quanto, necessariamente, soltanto teorico, soddisfa pienamente (1).

UN FUNGO CHIMICO

In un grande bicchiere a calice si versano 30 gr. d'acido nitrico e altrettanto di olio essenziale di guaiaco. Si produrrà una viva effervescenza con svolgimento di fumo nel mentre che una massa spugnosa della forma ed aspetto di un fungo prenderà sviluppo in seno al liquido.

(1) Vedasi: ARRHENIUS. *Il divenire dei mondi.* Capitolo I.

CAINO E ABELE

Il mercurio è un.... veleno potente per l'alluminio; ne bastano poche gocce per rendere l'alluminio talmente alterabile che in breve si espande in una superba capigliatura di ossido setoso.

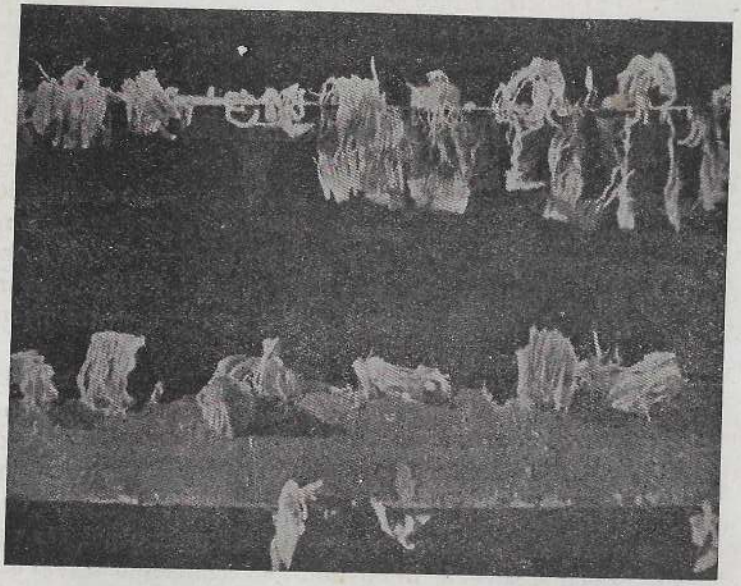


Fig. 256.

FUOCHI D'ARTIFIZIO MINUSCOLI

I cosidetti *fuochi* o *stellette* giapponesi si preparano involgendo in carta, preferibilmente di seta, una piccola quantità d'una polvere composta di:

Salnitro	54
Solfo	39
Polvere da mina	28
Carbone leggero	8
Carbone di rovere	8
Nero fumo	5

Si tritura il tutto moderatamente, salvo i carboni che basta passare allo staccio di seta. Si mescola poi tutto insieme.

Si può anche usare quest'altra miscela in polvere:

Salnitro	25
Fiori di solfo	16
Carbone di salice o pioppo	6
Stearina pura	2

FOTOGRAFIA RÖNTGEN?

Molti sono gli innocenti inganni che son venuto additando in questo volume.... sicchè è poco male l'indicarne un altro ancora.... che non sarà poi l'ultimo! Si tratta di far credere ad una persona di aver fatto, in quattro e quattro otto, la sua fotografia con raggi Röntgen così da potergli consegnare lì per lì una esatta riproduzione del suo scheletro.

Cominciamo dagli occorrenti preparativi. Si fanno alcuni disegni in nero di scheletri in varie posizioni, quali si assumono per solito davanti ad una macchina fotografica. Se ne fanno delle prove fotografiche su carta albuminata o meglio su carta salata sensibilizzata; si fissano le prove ottenute, senza virarle, in un bagno nuovo d'iposolfito di soda al 12%; si lasciano poi per parecchie ore in acqua sovente rinnovata, indi s'immergono fino a sparizione completa dell'immagine nel bagno seguente:

Cloruro d'ammonio	4
Bicloruro di mercurio	10
Acqua	1000

usando le debite cautele perchè si tratta d'una soluzione assai velenosa.

Le prove, lavate di nuovo e fatte seccare all'ombra, sembrano semplici fogli di carta bianca.

Se ne appende dunque uno al muro e si fa posare davanti ad esso la persona curiosa di conoscere la propria struttura ossea, facendole assumere una posa che corrisponda a quella dello scheletro la cui immagine latente trovasi sul foglio appeso al muro (che si potrà riconoscere per un segno convenzionale a matita sul

foglio stesso). Basterà allora la semplice accensione d'un filo di magnesio o simile dinanzi al paziente per accertarlo che l'operazione è completamente riuscita e, che basterà l'immersione del foglio in un *liquido meraviglioso* per veder apparire la desiderata fotografia macabra. Tale liquido non sarà altro che una soluzione d'iposolfito di soda al 10%.

La somiglianza non potrà non riuscire perfetta, perchè gli uomini ridotti a scheletro.... si rassomigliano assai tra loro!

DELLA CRISTALLIZZAZIONE

Molti corpi solidi, una volta resi liquidi, per fusione o per soluzione, nel riprendere la forma solida assumono forme geometriche regolari, poliedriche, che si chiamano *cristalli*. In natura si trovano bellissimi cristalli di varii minerali, quali il quarzo (silice), la pirite (solfuro di ferro), il granato, il salgemma, ecc.

Si possono ottenere cristallizzazioni in quattro modi:

1° *Per elettrolisi*, come vedremo in seguito.

2° *Per fusione*. — Si fa un cartoccio conico di cartoncino, ben gommato nella giuntura, e lo si colloca verticalmente, con la punta in basso, entro un bicchiere. Si fa fondere dello solfo entro un pallone di vetro e se ne fanno cadere un paio di goccie sul fondo del cartoccio; quando sono solidificate si riempie il cartoccio di solfo fuso molto caldo; quando si sia formata una crosta alla superficie la si fora in due punti con un temperino; si capovolge il cartoccio facendo colare una parte dello solfo ancora liquido per uno dei fori, mentre per l'altro entra l'aria; dopo il completo raffreddamento si troverà l'imbuto tappezzato di cristallini aghiformi di solfo assai splendenti, che si possono conservare per molto tempo.

Oppure si fa fondere dello solfo entro un crogiolo di terra; si lascia raffreddare e quando comincia a formarsi una crosta alla superficie, la si fora agli estremi d'un diametro e si fa colare lo zolfo ancora liquido. Si stacca inoltre la crosta superiore per rendere visibile il groviglio di aghi cristallini.

Dopo il completo raffreddamento si potrà determinare la trasformazione in solfo *ottaedrico* proiettando nel crogiolo un poco di solfo nativo, in polvere.

Operando in modo analogo con parecchi chilog. di bismuto entro un crogiolo, si ottengono pure bellissimi cristalli, ma questa è operazione costosa e non adatta per dilettanti.

3° *Per sublimazione.* — Si chiama *sublimazione* la condensazione dei vapori d'un corpo allo stato solido senza passare per lo stato liquido. Nei vulcani è frequente la formazione di cristalli in tal maniera e probabilmente tale è l'origine di molti minerali che la natura ci offre ben cristallizzati.

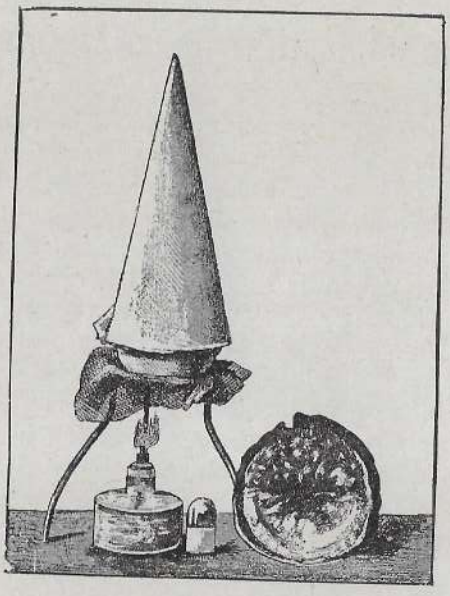


Fig. 257.

Fra i corpi che meglio si prestano per una esperienza casalinga di sublimazione è la *naftalina*, corpo dotato di forte odore sgradevole che si estrae dal catrame di carbon fossile e si usa per preservare i panni dalle tignuole. Se ne mette un poco in una capsula di porcellana; si copre con un foglio di carta assorbente che servirà a filtrare i vapori; si copre la capsula con un imbuto di cartoncino forte ed infine si scalda lentamente con lampada ad alcool. Dopo mezz'ora si troverà il cartoccio tappezzato di cristalli aghiformi di color bianco splendente. Sarà bene posare la

capsula su tela metallica per evitarne la rottura e ripartire meglio il calore (fig. 257).

Se nel mezzo del cartoccio si appende un ramoscello (di tuia, di abete o simile) lo si troverà coperto di cristallini di naftalina che assumeranno l'aspetto della brina.

4° *Per soluzione.* — È questo il procedimento più comunemente usato per ottenere allo stato cristallino i sali ed in generale i corpi solubili. Per lo più il solvente è l'acqua, ma può essere altro liquido a seconda dei casi. La soluzione, salvo poche eccezioni (solfato di calce o gesso, cloruro di sodio), avviene più facilmente a caldo che a freddo; per cui facendo una soluzione d'un dato sale *satura* a caldo, cioè tanto ricca da non poterne sciogliere di più, e filtrandola caldissima, si dovrà depositare col raffreddamento una parte del sale disciolto, il che avviene sotto la forma cristallina.

5° *Procedimento Wrobleski.* — Se si prende un cilindro chiuso alle estremità da un foglio di pergamena vegetale, e lo si riempie esattamente d'acqua, questa non viene a bagnare la superficie esterna della membrana, che resta perfettamente asciutta; ma se l'aria ambiente è quasi secca, la quantità d'acqua contenuta nell'interno del cilindro diminuisce a poco a poco e dopo qualche tempo scompare completamente. Se ne deduce che l'acqua attraversa lentamente la membrana e arrivando alla superficie esterna di essa si evapora.

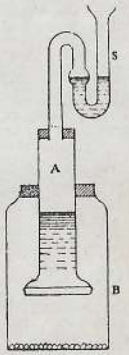


Fig. 258.

Se in luogo dell'acqua pura si introduce nel cilindro una soluzione acquosa d'un corpo solido qualsiasi, essa perderà l'acqua, si concentrerà sempre più fino a che il corpo disciolto si depositerà sotto forma solida, cristallina od amorfa, secondo i casi e secondo la rapidità del prosciugamento dell'acqua.

Su questi dati Wrobleski ha costrutto l'apparecchio rappresentato nella figura, assai semplice e pratico, che permette di ottenere con facilità, dei cristalli da soluzioni saline.

Esso si compone di un tubo *A*, che si apre in forma d'imbuto, all'interno d'un vaso di vetro B che gli serve da sopporto. La parte svasata del tubo è coperta da pergamena vegetale solidamente fissata mediante legatura. La parte opposta è chiusa da un turacciolo nel quale penetra un tubo ricurvo e ad imbuto. Il tubo *A* penetra in un turacciolo che chiude esattamente il reci-

piente *B*, in fondo al quale si avrà avuto cura di mettere una sostanza avida d'umidità — cloruro di calcio, acido fosforico anidro, acido solforico anidro, ecc. — Se allora si introduce nel tubo *A* una soluzione acquosa di un sale e si mantiene costante il livello dell'acqua nei due rami del tubo a imbuto, questa soluzione perde a poco a poco la sua acqua, diviene satura, poi lascia depositare dei cristalli senza che si producano concrezioni solide alla superficie.

Alcuni sali metallici danno luogo ad un fenomeno singolare: benchè la superficie esterna della pergamena *A* resti sempre assolutamente asciutta, vi si constata *qualche volta* lo sviluppo di cristalli a forma allungata, assai curiosa, sotto la quale l'occhio non è abituato a vederli.

I sali ammoniacali danno i migliori risultati, sotto questo aspetto; il solfato d'ammonio fornisce fili assai allungati che *germogliano* nella direzione del sottoposto cloruro di calcio; il cloruro d'ammonio dà parimente cristalli allungati, ma non come quelli del solfato, ecc.

Con questo apparecchio si poterono ottenere cristalli di albumina d'uovo, più puri di quelli ottenibili col metodo di Hoffmeister ed in breve tempo.

CRISTALLI GROSSI

Si possono ottenere dalle soluzioni sature cristalli assai grossi e di forma regolarissima mettendo la soluzione in un recipiente largo e poco profondo; si formeranno cristalli isolati, regolari; si scelgono i più belli e si mettono in altro recipiente con nuova soluzione satura che si rinnova un paio di volte al giorno. L'allume è uno dei sali che meglio si prestano per ottenere grossi cristalli perfetti.

Siccome l'allume comune, che è un solfato doppio d'alluminio e di potassio, cristallizza nelle stesse forme geometriche dei suoi affini cioè dell'allume di cromo, di ferro, ecc., nei quali all'alluminio sono sostituiti il cromo, il ferro, ecc., si può portare il cristallo ad ingrossare alternativamente nella soluzione di allume di cromo; ed essendo questa di color violetto intenso si avrà un cristallo a zone alternate bianche e violette.

Concentrazione, in gradi Baumé, che deve avere la soluzione salina per ottenere una cristallizzazione regolare.

Acetato ammonico	14
» manganoso	26
» di nichelio	30
» di piombo	41
» di rame	5
» sodico	22
» di zinco	20
Acido borico	6
» ossalico	12
» tartarico	35
Allume ammoniacale	20
» potassico	20
Arseniato ammonico	50
» potassico	36
» sodico	36
Benzoato ammonico	5
» calcico	2
Borace	24
Bromuro ammonico	30
» di cadmio	65
» potassico	40
» sodico	55
» di stronzio	50
Carbonato sodico	28
Cianuro di mercurio	20
Citrato potassico	36
» sodico	36
Clorato di bario	40
» potassico	22
» sodico	43
» di stronzio	65
Cloruro ammonico	12
» d'ammonio e zinco	43
» di bario	35
Cloruro calcico	40
» di cobalto	41
» magnesico	25
» manganoso	47
» di nichelio	50
» potassico	25
» di rame	45
» di stagno	75
» di stronzio	34
Cromato (bi) ammonico	28
» potassico	38
» sodico	45
Ferrocianuro potassico	38
Formiato di bario	32
» sodico (estate)	30
» sodico (inverno)	25
Fosfato ammonico	35
» ammonico-sodico	17
» sodico	20
Iodato potassico	18
Iposolfito ammonico	37
» di bario	24
» calcico	41
» magnesico	40
» sodico	40
Lattato calcico	8
» magnesico	6
» manganoso	8
Mannite (estate)	8
» (inverno)	7
Nitrato ammonico	29
» di bario	18
» di bismuto	70
» di calcio	55
» di cobalto	50
» magnesico	45
» di piombo	50
» potassico	28
» di rame	55
» sodico	40
» di stronzio	40
» di zinco	55
Ossalato ammonico	5
» ferrico e ammonico	30
» potassico	30
Permanganato potassico	26
Pirofosfato sodico	18
Protossido di bario idrato	12
Solfato d'alluminio	25
» ammonico	28
» di cobalto	40
» cuproammonico	35
» ferroso	31
» » ammonico	31
» magnesico	40
» manganoso	44
» di nichelio	40
» nichelio-ammonico	18
» potassico	15
» » (Bi)	35
» di rame	30
» sodico	30
» di zinco	45
Solfito sodico	25
Solfocianuro ammonico	18
» potassico	35
Solfoetilato baritico	43
» di calcio	36
» sodico	37
Tartrato ammonico	25
» ferroso	40
» potassico	36
» sodico	22
Tungstato sodico	45

I.

Secondo Bombicci (1) si possono ottenere con facilità bellissimi cristalli col seguente artifizio: « S'immerge nella soluzione (solfato di rame) un filo sottilissimo, quale può ricavarsi ad esempio da un bozzolo di seta; perchè esso scenda nel liquido è bene bagnarlo prima col liquido stesso, ed è utile che non peschi affatto verticale e non sia troppo teso. Ordinariamente qualche particella salina vi rimane adesa, e vi si formano sopra, poco a poco, dei piccoli cristalletti. Si sceglie il più nitido e distinto, si pulisce delicatamente il filo dagli altri visibili lavandolo con pennello ed acqua pura, e si taglia ciò che avanza del filo sotto il cristallino che si è scelto. Si ripone allora questo nella medesima soluzione sospendendolo mel nezzo del recipiente (fig. 259). Il cristallo s'ingrossa con mirabile regolarità, e indefinitamente, tanto più quando abbiasi cura di rinnovare la soluzione a misura che va esaurendosi. Tale rinnovazione è importantissima poichè a un certo grado di impoverimento di essa il cristallo si ridisciogliererebbe in parte a cominciare dagli spigoli e costole.

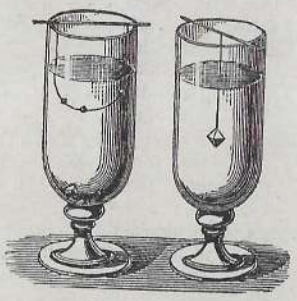


Fig. 259.

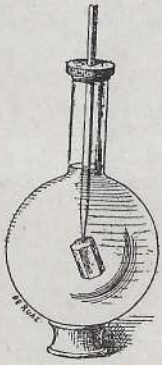


Fig. 260.

II.

Si prepari un pallone pieno d'iposolfito in superfusione, in mezzo al quale si sarà collocato un tubo di vetro a punta sottilmente affilata, del diametro di 1 cm. per 40 di lunghezza circa (figura 260).

(1) *Corso di Mineralogia* — 2ª ediz., 1° vol., p. 294.

In questo tubo s'introduca un'*esca* cristallina, cioè un piccolo cristallo che, come si sa, determina la cristallizzazione della massa. Quando la cristallizzazione avrà raggiunto la punta affilata, si formerà *un cristallo unico*, del quale si potrà seguire coll'occhio il rapido sviluppo.

III.

Si farà cristallizzare, mediante evaporazione lenta (24 ore), una soluzione satura di allume. Si sceglieranno due o tre dei cristalli più regolari formatisi e si collocheranno, ben separati, in fondo ad un recipiente di vetro contenente soluzione satura d'allume che si ricoprirà di carta affinchè l'evaporazione si produca assai lentamente.

Si esamineranno i cristalli due volte al giorno e si faranno sviluppare uniformemente disponendoli successivamente su tutte le loro facce.

RIVESTIMENTI CRISTALLINI

Si può con tutta facilità e minima spesa, ottenere una bella cristallizzazione fissata sopra un oggetto qualsiasi in filo di ferro, in vimini od altre materie adatte ad intesserne canestri e simili.

Si prepara una soluzione d'allume filtrata; quindi la si fa bollire lentamente. Quando sia ridotta a metà circa si versa ancora calda in un recipiente di terra nel quale si pone il canestro od altro oggetto a piacere, coll'armatura rivestita di lana. Col raffreddamento si andranno formando tutto attorno ai filamenti che costituiscono la cestina, dei bellissimi cristalli di allume, assai voluminosi.

Volendo averli colorati si può sciogliere nel liquido una materia colorante adatta: l'infusione di garanza o di cocciniglia darà cristalli cremisi; lo zafferano, dei cristalli gialli; l'inchiostro di Cina gommato, dei cristalli neri; l'indaco sciolto nell'acido solforico, dei cristalli azzurri; il cloridrato di ferro, cristalli verdi.

UNA GROTTA DI ALLUME

Per fare questa esperienza occorre una scatola di legno o di metallo con aperture alle estremità e sui lati chiuse queste ultime, da vetri a tenuta d'acqua. Se ne guarnisce l'interno con

flanella tagliuzzata, si chiudono gli orifizî laterali e si riempie con soluzione calda di allume al 125 per mille (fig. 261). Dopo 24 ore i cristalli si saranno formati; si getterà via l'acqua rimasta e si lascerà seccare. Togliendo allora i turaccioli alle due aperture

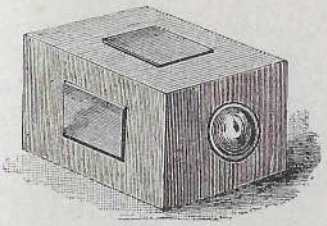


Fig. 261.

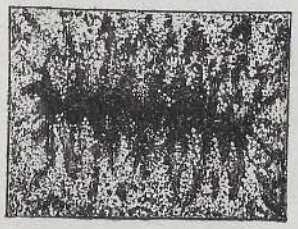


Fig. 262.

estreme, si sostituiranno, l'uno con un vetro colorato e l'altro con una lente la cui distanza focale sia press'a poco eguale alla lunghezza della scatola. Rischiarando fortemente l'interno si ottengono bellissimi effetti. Nella fig. 262 è rappresentato uno dei lati interni della scatola.

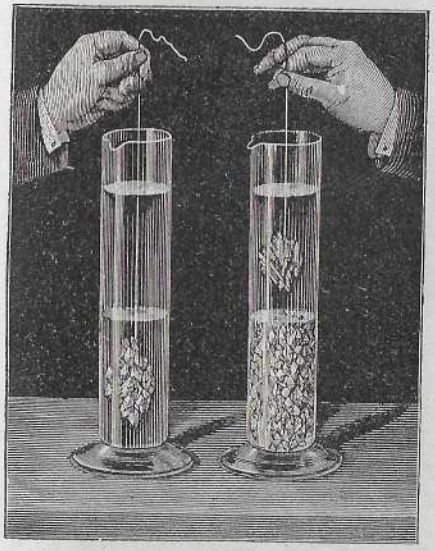


Fig. 263.

CRISTALLIZZAZIONI ISTANTANEE

Si preparano due soluzioni — assai concentrate — una d'iposolfito di soda, l'altra d'acetato di piombo.

Si versa lentamente in un provino la prima soluzione, poi la seconda, in modo che formi uno strato sopra la precedente senza mescolarvisi. Quando il tutto è ben posato, se si fa discendere per mezzo di un filo, un cristallo d'iposolfito di soda nella soluzione, esso traverserà senza turbarla la soluzione d'acetato di piombo,

ma appena penetrerà in quella d'iposolfito ne determinerà la cristallizzazione istantanea producendo l'effetto rappresentato nella figura a destra (figura 263).

In modo analogo si può far cristallizzare l'acetato di piombo introducendovi un cristallo dello stesso sale.

CRISTALLI TRASPARENTI

Con allume (specialmente) e con clorato di soda e solfato di rame, si possono ottenere splendidi cristalli di straordinaria trasparenza.

Basta far ingrossare un piccolo cristallo della sostanza che si vuol ottenere, entro una soluzione di questa, animandolo di un movimento di rotazione lento e continuo, cioè di uno o due giri per minuto secondo.

CONSERVAZIONE DEI DISEGNI DEI GHIACCIUOLI SUI VETRI

Si ricopre una lastra di vetro orizzontale con un leggero strato d'acqua misto a polvere di minio finissima. Si sottopone quindi

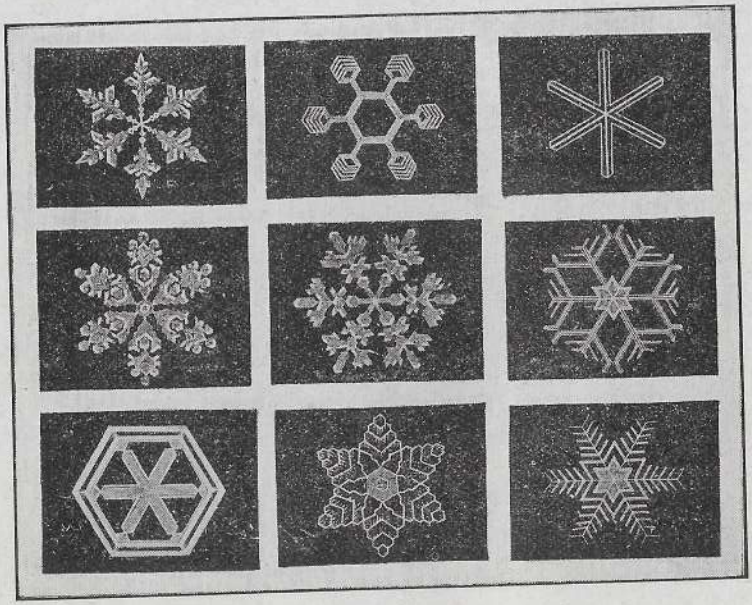


Fig. 264.

la lastra ad un forte raffreddamento. Durante la congelazione le particelle di minio sono trascinate dai cristallini di ghiaccio in

Fig. 265.

formazione; si ottengono in tal modo delle figure in forma d'aghi, di punte, di foglie di felce, ecc., come quelle che si producono sui vetri in tempo di forte gelo. La fusione e l'evaporazione ul-

teriore del ghiaccio lasciano a posto il minio. Basta verniciare la lastra per conservare indefinitamente le figure ottenute; oppure

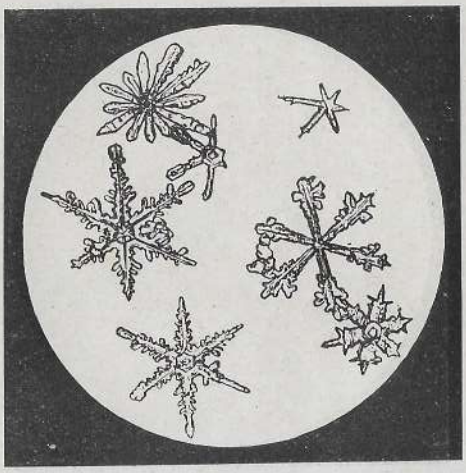


Fig. 266.

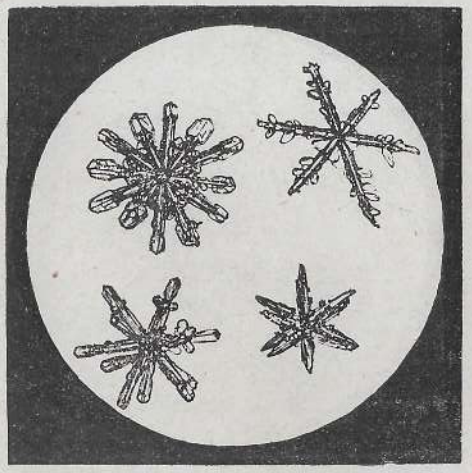


Fig. 267.

si possono fotografare con carta al ferro-prussiato. I cristallini di ghiaccio raggruppati formano i cosidetti *fiori di neve* che si pos-

sono osservare benissimo raccogliendo i bioccoli di neve sopra un panno nero. Le figure 264, 265, 266, 267, 268, e 269 rappre-

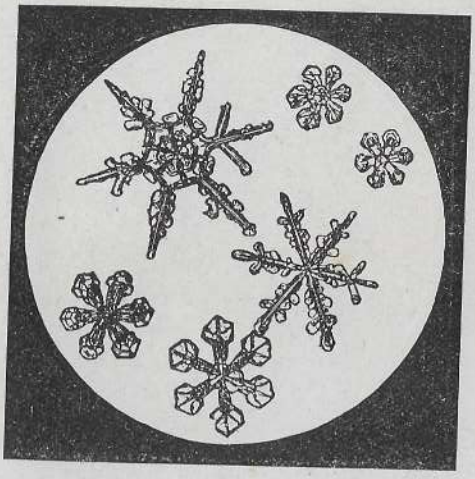


Fig. 268.

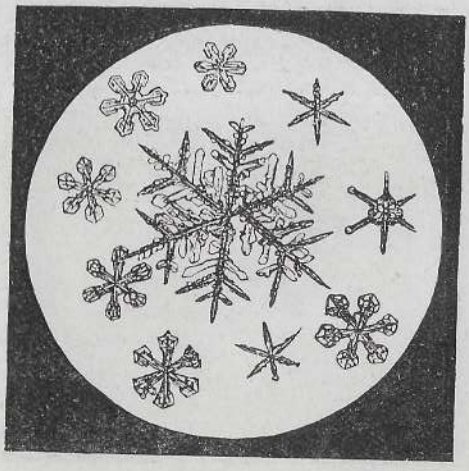


Fig. 269.

sentano alcune delle forme svariatissime ed eleganti di tali aggruppamenti cristallini.

CRISTALLIZZAZIONE DELLO STAGNO PER ELETTROLISI

Si forma una piccola vasca sopra una lastra di vetro mediante un anello di mastice o di cera molle, e la si riempie di protocloruro di stagno in soluzione di media concentrazione. Si fissa un filo di platino a ciascuno dei conduttori d'una pila; si posa quello

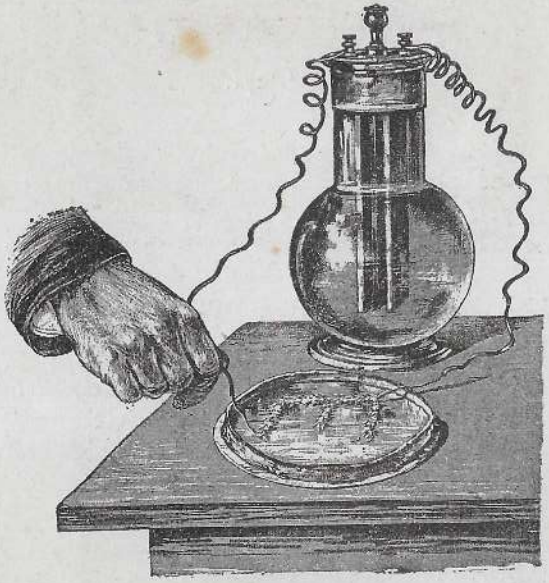


Fig. 270.

negativo, che sarà lungo e sottile, sulla lastra di vetro al fondo della vaschetta improvvisata; l'elettrodo positivo si colloca presso l'orlo in modo che tocchi la lastra (fig. 270).

Il passaggio della corrente dà tosto luogo a scomposizione della soluzione salina mettendone in libertà lo stagno sotto forma di minuti cristalli splendenti; è bene far passare da destra a sinistra i due elettrodi per avere una disposizione dei cristallini più uniforme. Volendo tracciare ad esempio la lettera *E* si avvicina l'elettrodo positivo all'estremità superiore del gambo principale

già ottenuto e la formazione cristallina seguiterà rapidamente il movimento di esso, e così per le altre due parti dell'*E*. In modo

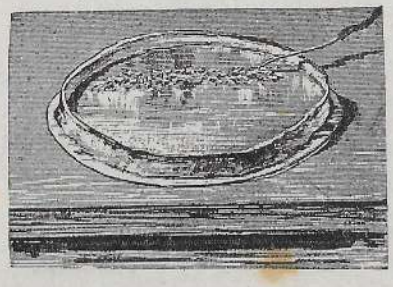


Fig. 271.

analogo si può ottenere un albero metallico del quale i rami e le foglie spunteranno come per incanto al passaggio del filo di platino (figura 271).

CRISTALLIZZAZIONE ELETTRICA DEI METALLI

Ecco un modo semplicissimo di ottenere delle belle cristallizzazioni di varii metalli per mezzo dell'elettricità.

Si prende un tubo di vetro, chiuso ad una delle estremità con un tampone di ovatta, e sospeso in una soluzione diluita di cloruro di sodio (salmarino). S'introduce in detto tubo una soluzione di solfato di rame, della quale si mantiene costante la densità mediante un tubo più piccolo, terminato a punta e ripieno di cristalli di solfato di rame, che vi si tiene immerso. S'introduce poi una striscia di lamina di ferro di circa 3 cm. per 1, nella soluzione di rame e la si collega per mezzo d'un filo dello stesso metallo ad una lamina di zinco che forma l'elettrodo negativo in contatto con la soluzione salina. Dopo alcune ore dei piccoli cristalli di rame metallico cominciano a formarsi sull'elettrodo di rame e presentano in capo ad una settimana una bella massa brillante metallica. L'argento, l'antimonio, il bismuto, il magnesio, il ferro, l'alluminio e tutti i metalli anche molto ossidabili possono essere ridotti in modo analogo, secondo il signor H. Warren inventore dell'esposto procedimento.

I CRISTALLI AL MICROSCOPIO

I cristalli osservati al microscopio con luce polarizzata offrono splendidi aspetti policromi e forme caratteristiche che in molti

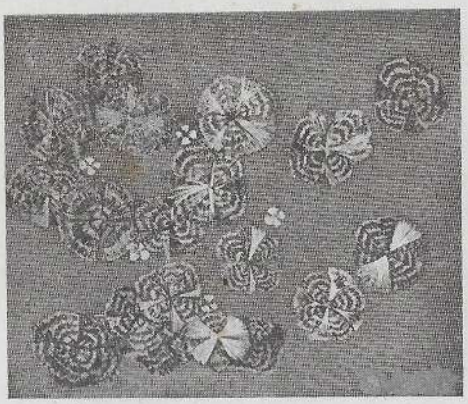


Fig. 272. – Solfato di cadmio.

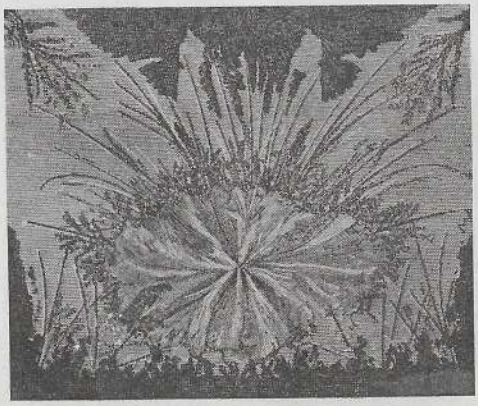


Fig. 273 – Santonina.

casi si prestano ad eleganti combinazioni ornamentali. Le figg. 272, 273, 274, 275, mostrano alcune di queste tipiche forme, purtroppo

senza il brio dei colori; e nelle figg. 276, 277, 278 e 279, vediamo alcuni modelli di applicazione ornamentale di queste forme

Fig. 274. – Acido lattico.

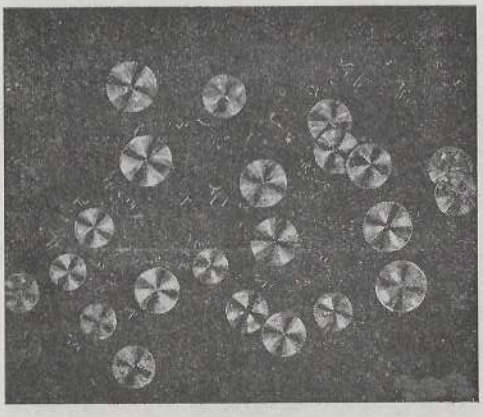


Fig. 275. – Salicina.

cristalline che potranno invogliare il lettore che possa disporre d'un buon microscopio ad occuparsi d'un ramo così attraente dell'Ottica.

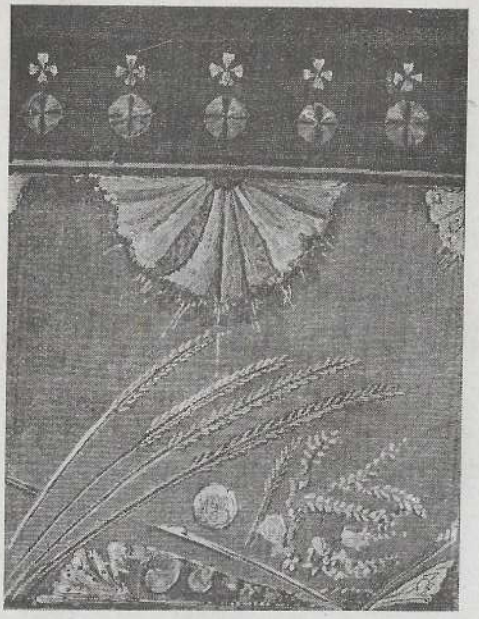


Fig. 276. – Fregio a cristalli stilizzati.

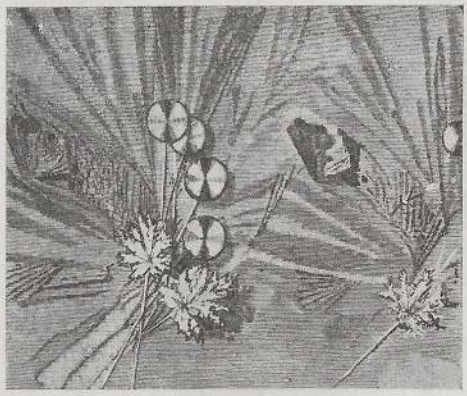


Fig. 277. – Stilizzazione floreale di cristalli.

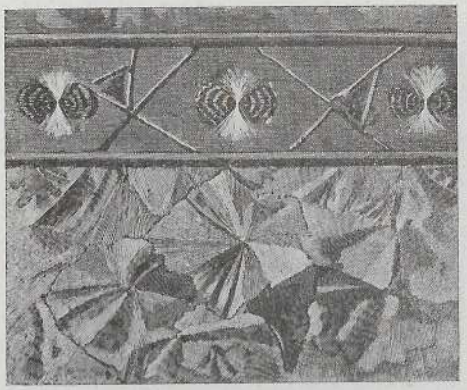


Fig. 278. – Fregi a cristalli stilizzati.

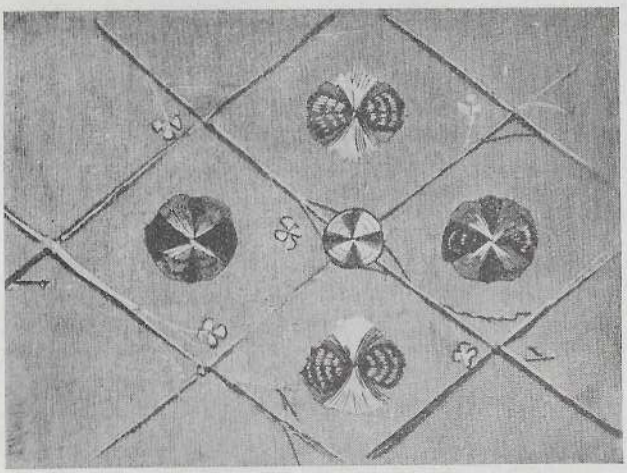


Fig. 279. – Tappezzeria a cristalli stilizzati.

VEGETAZIONI CHIMICHE

Spesse volte i raggruppamenti cristallini assumono forme somiglianti a ramificazioni vegetali; anche in Natura tali forme sono rappresentate dalle cosidette *dendriti* minerali (fig. 280).

Tali *vegetazioni* si possono facilmente ottenere in notevoli proporzioni con diverse soluzioni di sali metallici che danno degli *alberi* di bellissimo aspetto. Indicherò il modo di ottenere alcuni dei più belli di tali *alberi*.

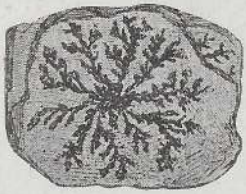


Fig. 280.

Albero di Marte. — In un grande bicchiere a calice si pone della limatura di ferro sulla quale si versa dell'acido nitrico molto diluito; si aggiunge poi del carbonato di potassa. Si produrrà una viva effervescenza ed una moltitudine di rami si ammonticchieranno nel bicchiere sotto forma di una pianta metallica.

Albero di Diana. — 1° *Procedimento Homberg.* Si prepara un'amalgama d'argento triturando insieme, in un mortaio di vetro o di porcellana od in un grosso bicchiere, gr. 7,75 di mercurio e gr. 15,30 di argento *puro*; si fa sciogliere quest'amalgama in 122 gr. d'acido nitrico ben puro; si diluisce la soluzione con 750 gr. d'acqua distillata; si agita e si conserva a parte in bottiglia ben chiusa. Per preparare l'albero di Diana si versano 30 gr. di questo liquido in un bicchiere di vetro, conico, a piede, e vi si getta la grossezza di un pisello dell'amalgama d'argento di cui sopra. In poco tempo si vedono svolgersi al disopra dell'amalgama una quantità di filamenti metallici che crescono a vista d'occhio e s'intrecciano in mille guise.

2° *Procedimento Baumé.* — Si mescolano insieme 6 p. d'una soluzione di nitrato d'argento satura, con 4 p. d'una soluzione di nitrato di mercurio, essa pure satura. Vi si aggiungono 30 p. d'acqua distillata e si versa il tutto in un bicchiere a forma allungata, contenente 6 parti d'un'amalgama composta di 5 parti di mercurio ed 1 d'argento (V. N.° 1). Il precipitato cristallino si forma in poche ore.

3° Si può anche procedere più semplicemente così: Nel bicchiere si mette una soluzione diluita di citrato d'argento, poi una goccia di mercurio.

La formazione dell'albero di Diana è dovuta alla precipitazione dell'argento per mezzo del mercurio; occorre adoperare una quantità di mercurio doppia di quella necessaria per precipitare strettamente l'argento. Il corpo che cristallizza è amalgama d'argento.

L'albero a fogliame d'argento. — Si fissa a colla sopra una lastra di vetro un pezzo di carta che rappresenti il terreno dal quale sorgerà un tronco d'albero. All'estremità superiore del tronco si fissano, con carta gommata dei fili sottili di rame o di ottone divergenti dal tronco a mo' di rami. Essi debbono essere a perfetto contatto col vetro (fig. 281), e ben detersi.

Fig. 281.

Si versano allora sulla lastra, dal lato dei fili d'ottone, alcune gocce d'una soluzione diluita di nitrato d'argento, poi si lascia in riposo in posizione perfettamente orizzontale, ricoprendola per preservarla dalla luce.

All'indomani l'albero sarà ricoperto da ramificazioni d'argento, che continueranno a svilupparsi fino a completa essiccazione della soluzione.

Albero di Saturno. — Si fa una soluzione di 1 p. d'acetato neutro di piombo in 30 di acqua distillata, e la si scompone con una lamina di zinco. Si può rendere l'arborescenza più elegante

fissando alla lamina di zinco alcuni fili di ottone che simulano i rami e si ricoprono di cristallini splendendenti di piombo (fig. 282).

Fig. 282.

Albero di Giove. — Si mette in un bicchiere una soluzione concentrata di protocloruro di stagno nell'acido cloridrico (fig. 283); si immerge quindi in esso una sbarretta di stagno in modo che ne emerga una parte. Si fa scorrere allora lungo questa sbarra un filo d'acqua, ma assai lentamente, sì che non avvenga il miscuglio dell'acqua con la soluzione di protocloruro di stagno; per meglio riuscire si può far uso di una *pipetta* di vetro o di carta. Non tarderanno a formarsi, sulla parte della sbarra immersa nell'acqua dei cristallini splendenti. Dando allo stagno una forma ramificata od altra a piacere si potranno conseguire effetti molto svariati.

Il fenomeno è il risultato di una elettrolisi del cloruro di stagno dovuta alle correnti risultanti: 1° dal contatto dellò stagno coll'acido cloridrico nel quale è sciolto il cloruro di stagno; 2° dal contatto dei liquidi alla loro superficie di separazione ed

ai fenomeni di diffusione che hanno luogo attraverso a tale superficie (1).

Altri metalli, come lo stagno attaccabili dall'acido cloridrico, si comportano come lo stagno; tale è il cadmio. In condizioni analoghe alle testè descritte, i cristalli di cadmio formano una specie di piramide con la base sulla superficie di separazione; verso il vertice della piramide i cristalli formano ciuffi setosi finissimi al di-

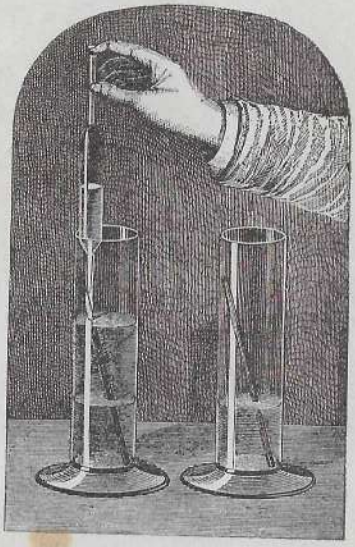


Fig. 283.

sopra dei quali si forma uno strato spugnoso grigio di cadmio molto aderente. Secondo la composizione che si dà al liquido inferiore si hanno aghi lunghi e fini, ciuffi setosi, o cristalli grossi e corti aventi all'incirca le stesse dimensioni in tutti i sensi, o infine delle lamine sottilissime ma di notevole superficie. Il fenomeno è, come per lo stagno, tanto meno netto e tanto più difficile a prodursi quanto la soluzione di cloruro di cadmio è meno carica di acido cloridrico (2).

(1) V. *Annales de physique et chimie*, 1894. Vol. I, p. 547.

(2) Non basta però che il metallo sia solubile nell'acido cloridrico per dar luogo al fenomeno indicato; occorre che l'azione si protragga e che i cristalli formatisi non si disciolgano nel liquido. Lo zinco per esempio non dà cristalli per tale ragione.

IL RICCIO METALLICO

In un bicchiere pieno di soluzione di protocloruro di stagno si sospende con un filo di ferro un disco di zinco; questo metallo sposta lo stagno che si deposita in begli aghi splendenti. Dopo

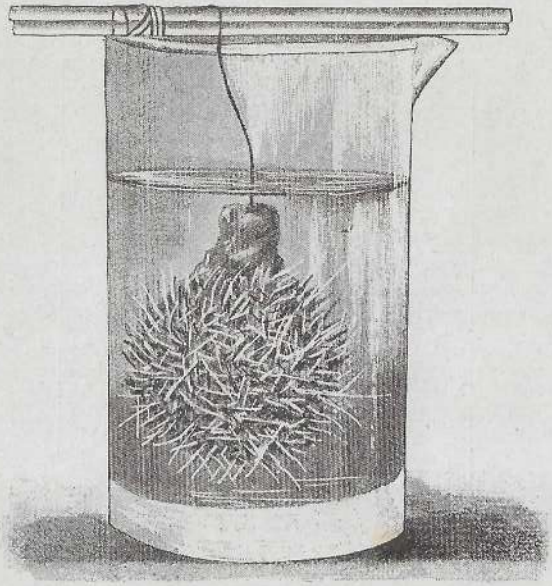


Fig. 284.

un'ora la reazione è terminata e nel liquido si sarà formato un corpo rotondeggiante irto di punte che somiglierà molto nella forma ad un riccio di mare (fig. 284).

LE SIMPATIE DI UN FAGIOLO

In un vaso qualunque si mette una soluzione satura di solfato di soda, avendo però cura che non restino sul fondo del vaso dei cristalli indisciolti. Si sospendono quindi ad un traversino di le-

gno, mediante un filo, un fagiolo secco ed un altro piccolo corpo qualsiasi, non poroso (una biglia di vetro, una pietruzza, ecc.) (fig. 285).

Dopo qualche tempo si vedono emergere dalla superficie del fagiolo delle punte che sono cristalli di soda, i quali ingrandiscono a poco a poco aumentando specialmente in lunghezza; l'oggetto non poroso non presenta invece alcuna traccia di corpi cristallizati alla sua superficie. Si direbbe che il seme, che assume

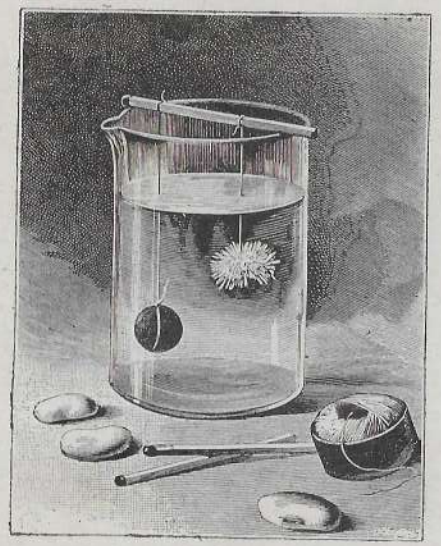


Fig. 285.

l'aspetto d'un echino (riccio di mare), eserciti una speciale attrazione sul solfato di soda.

Il fenomeno è dovuto a che il seme, gonfiandosi, non assorbe che l'acqua della soluzione e pochissimo del sale di soda. Ne segue che tutto attorno al fagiolo la soluzione, che era già satura, diventa *soprassatura* e lascia quindi depositare il sale in cristalli. Si produce il fenomeno stesso che avverrebbe facendo evaporare l'acqua della soluzione col calore, lentamente: nel nostro caso invece l'acqua è assorbita dai cotiledoni del fagiolo.

PAESAGGI CHIMICI

I.

Materiali occorrenti: Recipiente di vetro profondo 8 a 10 cm., preferibilmente cilindrico, oppure emisferico; alcuni pezzetti di solfato di rame puro; ritagli d'alluminio e di ferro; silicato di sodio. Si userà in queste esperienze acqua in quantità tripla del peso delle sostanze solide. Il recipiente non dovrà essere riempito che per tre quarti.

1° Dispongasi sul fondo del recipiente — ben pulito — uno strato di 2 a 3 cm. di sabbia. Si mescolino minutissimi pezzi di solfato di rame e di alluminio e ferro metallici, e se ne copra uniformemente lo strato di sabbia. Vi si versi poi sopra la soluzione di silicato di sodio e l'acqua. Si trasporti il vaso senza scosse in luogo ove possa essere lasciato in perfetto riposo. Nello spazio di circa una settimana si sarà ottenuta la *fioritura chimica*, cioè la cristallizzazione. È essenziale, per avere un buon risultato, cha la temperatura sia costante e che il vaso non subisca urti o scosse.

Si ottengono ramificazioni assai belle di colori rosso, giallo, azzurro, verde, bruno, frammiste a cristallizzazioni a disposizione geometrica regolare. Si può *fissare* il risultato ottenuto, colando via il liquido e lavando bene con acqua pura, e a parecchie riprese, sino ad ottenere acqua limpida.

Gli elementi della flora chimica si possono variare all'infinito, sostituendo alcuni dei quattro materiali indicati con allume, solfato di sodio, ecc., si tratta sempre di scomposizioni e composizioni chimiche che determinano la formazione di cristalli insolubili o poco solubili che si riuniscono in conformazioni bizzarre. Il silicato di sodio esercita azione ora chimica, ora puramente di *catalisi*.

II.

Messa una soluzione (a caldo) di nitrato di piombo in un frammento di sale ammoniaco duro e compatto, si vedranno tosto svolgersi da esso delle bollicine gassose accompagnate da strisce sottili e bianche; queste sono formate da particelle di cloruro di piombo formatosi per doppia scomposizione dei due sali. Esse si dirigono verso la parte superiore del liquido e vanno assumendo gradatamente consistenza e maggior volume per modo

che talvolta raggiungono da 8 a 10 cm. in un quarto d'ora. Esse presentano allora una straordinaria somiglianza con piccoli arboscelli e ramificazioni molto suddivise. Tali *dentriti* sono così solide, che togliendo con precauzione il liquido conservano la loro forma. Si può animare il paesaggio collocandovi pietre, ramoscelli, ecc. Il frammento di sale ammoniaco deve avere circa 1 cent. cubico di volume. La soluzione (15 centilitri) deve contenere 30 a 40% di nitrato di piombo; è bene aggiungervi 5 a 6 gocce d'acido nitrico.

III.

LA NEVICATA

Mettendo la soluzione di cui al N.° II, in un recipiente a grande superficie e proiettandovi sopra del sale ammoniaco in polvere fina, si vedranno scendere lentamente nel liquido dei piccoli grumetti bianchi che daranno l'effetto d'una bella nevicata. Con lo stesso liquido si può ripetere varie volte quest'operazione assai curiosa.

IV.

Quando in una soluzione diluita di silicato di potassa si lasciano cadere alcuni cristalli di solfato di rame o di solfato di ferro, si produce in capo ad alcune ore una brillante vegetazione di color verde scuro. Mescolando i solfati si ottengono arbusti di colori varii; quelli di rame sono verdi, quelli di ferro bruni o verdastri, ed il loro insieme presenta l'aspetto d'una foresta in miniatura.

Il solfato di cobalto dà delle ramificazioni rosa; il solfato di rame le dà d'un bellissimo azzurro.

In tali arborizzazioni è notevole il fatto che le fibre o ramificazioni sono tutte inclinate d'un stesso angolo rispetto alla verticale, per una data soluzione. Quest'angolo diventa tanto più acuto quanto più densa è la soluzione.

V.

Sui vetri si ottengono belle ramificazioni cristalline stendendovi una soluzione di solfato di zinco nell'acqua leggermente gommata. Molte altre sostanze danno belle cristallizzazioni, quali la mannite, il solfato di magnesia, ecc.

VI.

Si bagna del carbonato di potassa con acido solforico fino a saturazione completa e si fa evaporare; si ottiene una sostanza bianca che si mette in vaso di terra e vi si versa sopra un bicchiere d'acqua fredda. Dopo alcuni giorni d'esposizione all'aria si formerà una vegetazione ramificata che si potrà attivare aggiungendo un poco d'acqua.

VII.

Si fa, a caldo, una soluzione di cloruro di bario nell'acqua, al 20%; si filtra e si lascia raffreddare. Allora vi si getta del solfato d'ammoniaca in pezzettini; dopo un quarto d'ora si avrà un gran numero di bellissimi aghi bianchi di solfato di barite insolubile.

Queste cristallizzazioni precipitano alla menoma scossa.

VIII.

In una soluzione d'azotato di zinco si proiettino dei pezzetti d'ossalato d'ammoniaca; si otterrà un precipitato di ossalato di zinco insolubile che somiglierà ad un paesaggio roccioso coperto di neve.

IX.

Gettando dei pezzetti di bicromato d'ammoniaca in una soluzione di nitrato di piombo si formano aghi di cromato di piombo insolubile e si ottiene infine una specie di paesaggio autunnale, cioè dal colore delle foglie morte, dovuto al giallo di cromo formatosi.

X.

Si versa su di una lastra di vetro un poco di nitrato d'argento in soluzione diluita; avendo avuto cura di disporre sulla lastra alcuni bastoncini o striscette di zinco o di rame. Dopo alcune ore si formerà attorno a tali bastoncini una vegetazione d'argento assai lucente.

XI.

Tenendo immerso per otto giorni un pezzo di galena in una soluzione di nitrato d'argento nell'acqua si possono ottenere bellissime *dendriti* e cristalli di argento come vedesi nella figura 286.

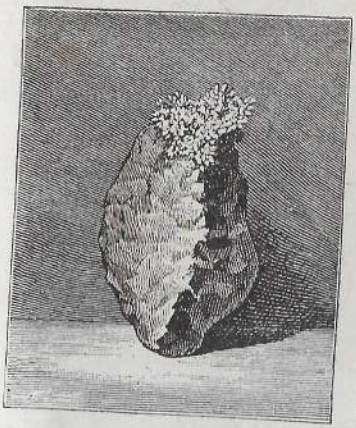


Fig. 286.

Con la pirite di ferro posta in una soluzione di percloruro d'oro si hanno risultati analoghi, cioè formazione di dendriti d'oro.

Le cristallizzazioni che si ottengono in questo modo sono splendide e sorpassano per lo splendore i famosi alberi di Diana, dei quali venne indicato a pag. 261 il modo di formazione.

La gelena è un minerale abbastanza comune in Italia costituito da solfuro di piombo, quasi sempre unito ad argento. La pirite è un minerale comunissimo (solfuro di ferro).

PRECIPITATI CRISTALLINI

OTTENUTI ALL'ESTREMITÀ DI TUBI CAPILLARI

Si fissa un imbuto di vetro all'altezza di circa 1 metro dal tavolo (fig. 287); un altro sopporto sostiene un vaso di vetro a largo collo, capovolto, al quale si sarà tolto il fondo in uno dei modi indicati in fine del volume. Il collo di questo recipiente sarà attraversato da un tubo *capillare*, come quelli dei termometri a mercurio. L'imbuto e questo tubo capillare saranno uniti con un tubo di gomma ben serrato per evitare disperdimenti di liquido.

1° Si mette nel recipiente capovolto uno strato di glicerina (tre cm.) e sopra, con precauzione, una soluzione di ioduro di potassio; nell'imbuto una soluzione di azotato di piombo. Si toglie allora la pinza che avrà servito a tener chiuso il tubo di gomma; l'azotato di piombo uscendo dal tubo capillare traverserà la glicerina e verrà a combinarsi coll'ioduro di potassio formando dei

cristallini aghiformi gialli di ioduro di piombo, i quali saliranno alla superficie e ricadranno descrivendo eleganti curve.

2° Sostituendo l'ioduro di potassio con cromato di potassio si avranno filamenti di cromato di piombo.

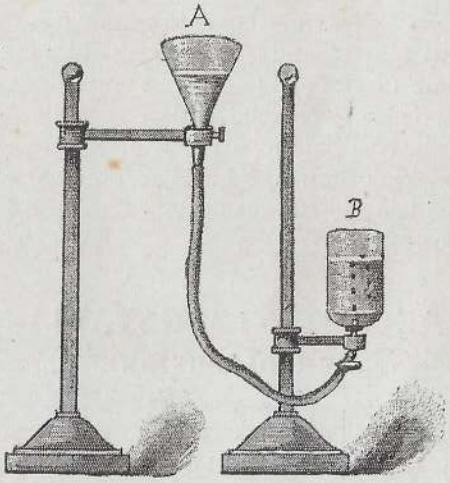


Fig. 287.

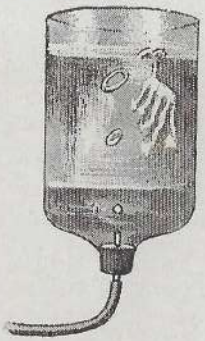


Fig. 288.

Fig. 289.

3° Se invece dell'ioduro di potassio si mette sulla glicerina uno strato molto alto di soluzione di sale ammoniaco, l'azotato di piombo troverà resistenza ad attraversare la glicerina e formerà degli anelli in tutto simili a quelli del fumo uscente da un orifizio

stretto, anelli che già abbiamo studiato in varie eleganti esperienze (V. pagg. 421 a 428). Queste corone bianche saliranno fino alla superficie e ricadranno diffondendosi nel liquido in forma di funghi capovolti (fig. 288).

4° Una soluzione di solfato di rame nell'imbuto, ed una di carbonato di soda nell'altro recipiente daranno luogo alla formazione di eleganti alberi verdi di carbonato di rame all'estremità del tubo capillare (fig. 289).

Queste esperienze si possono variare in mille modi ottenendo splendidi risultati. Nell'imbuto si possono mettere soluzioni di sali qualsiasi (salvo gli alcalini, cioè quelli di potassa, soda od ammoniaca) e nel recipiente in basso soluzioni diluite di silicato di soda o di potassa, ecc.

PRECIPITATI CRISTALLINI
PER DIFFUSIONE

Ho già indicato il modo di ottenere una *vegetazione chimica* mescolando soluzioni di silicati alcalini e di solfati metallici.

Tali effetti si possono anche conseguire versando nel recipiente (oblungo) prima la soluzione (leggera) di silicato di soda o di potassa e poi leggermente, per mezzo di una *pipetta*, una soluzione concentrata di solfato di ferro. I due liquidi restano nettamente separati; si copre il recipiente con carta e il giorno dopo si potranno osservare nello strato superiore delle splendide ramificazioni verdi di silicato di ferro formatosi per la diffusione del silicato alcalino nella soluzione soprastante del sale di ferro.

L'esperienza riesce pure assai bene con solfato di rame, zinco, nichelio, cobalto, ecc., o con altro sale di questi metalli; si ottengono cristallizzazioni dei relativi silicati a colorazioni svariatissime.

In questa esperienza il fenomeno è dovuto alla mutua azione dei due sali venuti a contatto per diffusione. Ma risultati dello stesso genere si possono ottenere per la diffusione salina in un liquido nel quale il sale di tale soluzione sia pochissimo solubile, in modo da doversi separare allo stato solido. Tale è il caso di una soluzione di salnitro (azotato di potassio) alla quale si sovrapponga uno strato d'alcool nel quale il salnitro è poco solubile. Si formeranno nell'alcool dei bei cristalli aghiformi, bianchi di salnitro.

Per la stessa ragione si ottengono cristalli di cloruro di bario servendosi di questo sale e di alcool; i cristalli vanno a disporsi sulle pareti del vaso.

Precipitati variamente colorati, che si formano lentamente epperò in modo più dilettoso per gli occhi, si possono ottenere disponendo in un bicchiere una data soluzione salina ed in un altro, collocata alquanto più in basso, un'altra soluzione adatta, come sotto indichiamo. Il passaggio lento del liquido più alto in quello più basso si ottiene immergendo un filo senza appretto (cotone da stoppino o da rammendo) a cavalcioni fra i due bicchieri, che — per capillarità — favorisce il passaggio di un liquido nell'altro.

Quanto alle soluzioni eccone alcuni esempi:

Vaso in alto Soluzione di:	Vaso in basso Soluzione di:	Precipitazioni
Sublimato corrosivo	Ioduro di potassio	Filamenti rossi
Azotato di piombo (in acqua distillata)	Ioduro di potassio	Ioduro di piombo in ramificaz. gialle.
»	Cromato di potassio	Cromato di piombo (giallo)
»	Sale ammoniaco	Corone bianchissime di cloruro di piombo
Solfato di rame	Carbonato di sodio	Carbonato di rame in ramificaz. verdi

Effetti analoghi si possono ottenere facendo uso di piccoli cristalli (polvere) del *primo* sale, che si lasciano cadere nella soluzione del *secondo*.

Così, facendo cadere polvere di carbonato di sodio in una soluzione di solfato di rame si ha precipitazione verde, ecc.

Nella soluzione di silicato di sodio o di potassio si hanno bellissimi effetti facendovi cadere pezzetti di:

Acetato di manganese	Arborescenze	rosee
Sottoacetato di mercurio	»	rosse
Acetato d'uranio	»	gialle
Bromuro di nichelio	»	verdi
Acetato di rame	»	verde-scuro
Acetato di piombo	»	bianche

L'ANELLO SOSPESO PER MAGÌA

Si sospenda un anello leggero per mezzo di un filo che sarà stato immerso a più riprese in una soluzione salina; quella di cloruro di sodio (sale da cucina) è adattissima; bisogna usarla concentrata. Infiammando il filo l'anello non cade, perchè, scomparsa l'acqua della soluzione e la materia fibrosa del filo, rimane però un agglomerato di cristallini del sale adoperato che è dotato di coesione sufficiente per sostenere il peso dell'anello (fig. 290).

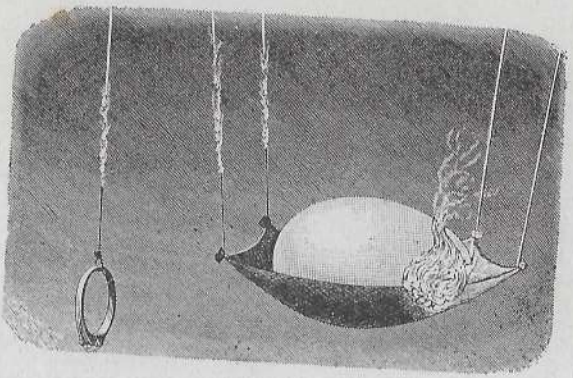


Fig. 290.

Un effetto simile si può ottenere sospendendo con fili pei quattro capi un pezzo di tela leggera nel modo indicato in figura. In questa specie di *amaca* si mette un uovo. Si potrà appiccare il fuoco alla tela ed ai sostegni senza che l'uovo precipiti; s'intende che tanto i fili come la tela saranno stati imbevuti della soluzione salina sopra indicata.

MAREZZATURA DELLA LATTA

La latta non è che ferro stagnato. Lo stagno forma un rivestimento a struttura elegantemente cristallina, che si può rendere manifesta trattando la latta con un acido o miscuglio di acidi più o meno diluiti, come nei quattro esempi che seguono:

I. Acqua regia 1 — Acqua 1.

L'acqua regia, a sua volta, è una miscela di:

Acido cloridrico — Acido azotico.

II. Acido azotico 1 — Acqua 2.

III. Acido solforico 1 — Acqua 2.

IV. Acido cloridrico 1 — Acqua 1.

Immersa la latta nel liquido, in recipiente di vetro o di porcellana, si sfrega con spazzola o con spugna. La marezzatura si manifesta in meno d'un minuto quando l'acido è caldo o poco diluito; in caso contrario occorrono cinque od anche dieci minuti.

Si lava subito con acqua di pioggia acidulata con qualche goccia di acido solforico.

Occorre indovinare il momento opportuno per la lavatura, altrimenti la marezzatura riesce senza vivacità. Si ricopre poi la latta con acqua gommata o con una vernice incolora. Ottimi effetti si ottengono con vernici trasparenti colorate.

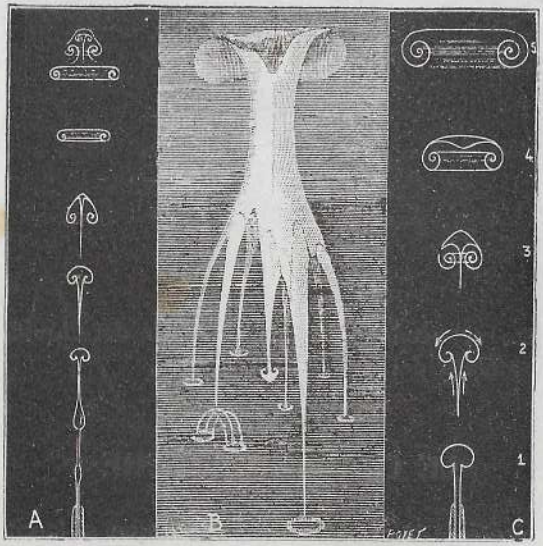


Fig. 291.

PIANTE CHIMICHE PER DIFFUSIONE

Lasciando cadere una goccia di una soluzione colorata — inchiostro, ad esempio — nell'acqua si possono osservare curiosi fenomeni di diffusione come vedonsi nella figura 291.

Dando all'esperimento la disposizione della fig. 292 si possono ottenere *corone* di liquido colorato entro al liquido incoloro (acqua

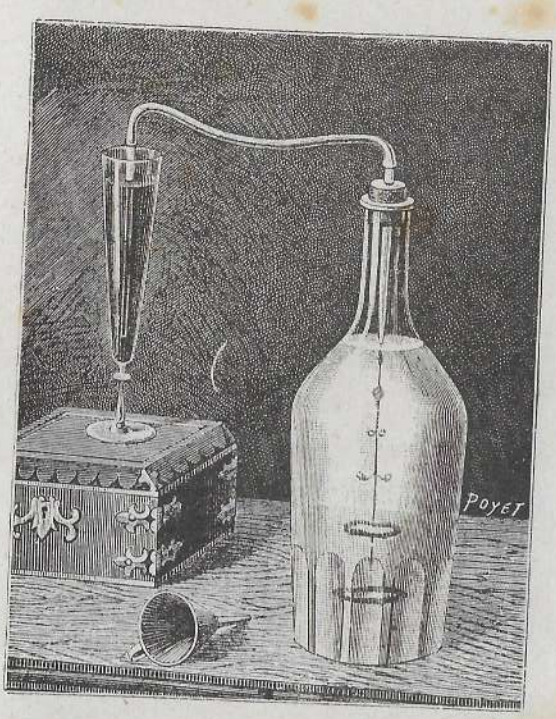


Fig. 292.

od altro) che si producono per l'efflusso del liquido colorato dalla punta affilata del tubo-sifone.

LE CORONE CHIMICHE

In un bicchiere a calice contenente acqua si lasciano cadere alcuni pezzetti di fosfuro di calcio e si sparge tosto sull'acqua uno strato di segatura di legno, assai grosso (fig. 293).

Le bolle d'idrogeno fosforato che si svolgono per l'azione dell'acqua sul fosfuro di calcio si accumulano sotto lo strato di segatura formando una bolla assai grossa che finisce col sollevare

la segatura e scoppiare dando luogo alla formazione di *corone* di apparenza fumosa, assai grandi.

Questi effetti di colori e di forme si possono anche ottenere impregnando della carta assorbente con soluzioni *dense* di fucsina

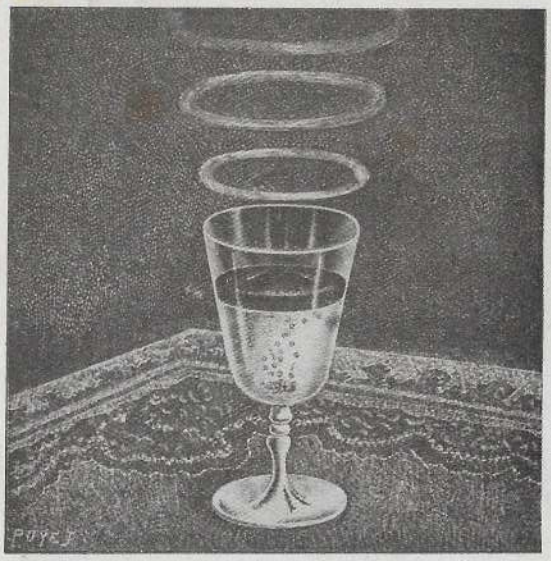


Fig. 293.

o di violetto metile, di fluoresceina, ecc. e lasciandola essiccare. Pezzetti di questa carta messi poi sull'acqua daranno bellissime *piogge* di filamenti colorati.

PSEUDO-PIANTE DI LEDUC

Ecco dei fenomeni di diffusione e di doppie scomposizioni di sali che danno luogo a sviluppo lento di ramificazioni, quasi a dare l'illusione d'una vera produzione di gemme e di radici. Le figg. 294 e 295 rappresentano due di queste pseudo-piante ottenute dal prof. Leduc di Nantes.

Tra le infinite miscele di sali che possono dar luogo a combinazioni di tal genere, una delle più facili, pei risultati che si ottengono, si ha facendo cadere in una soluzione diluitissima di

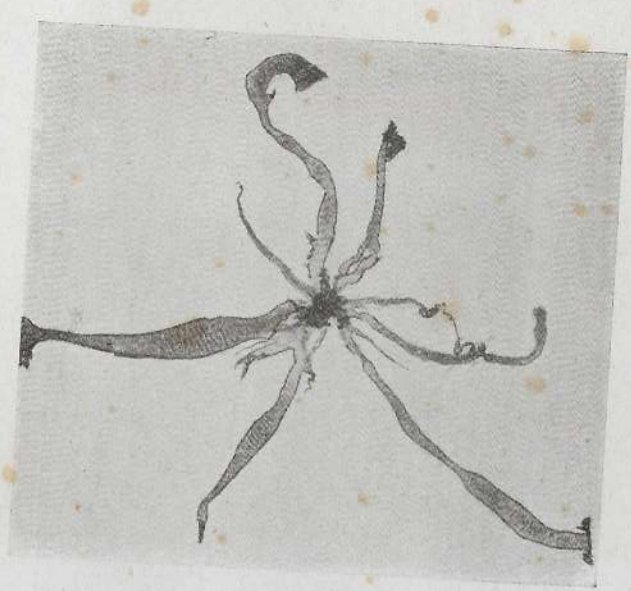


Fig. 294.

Fig. 295.

solfato di rame, una goccia di sciroppo di zucchero contenente delle tracce di ferrocianuro di potassio; la goccia si ricopre d'un rivestimento brunastro, rigonfia, si dilata, *germoglia*, ecc. Si pos-

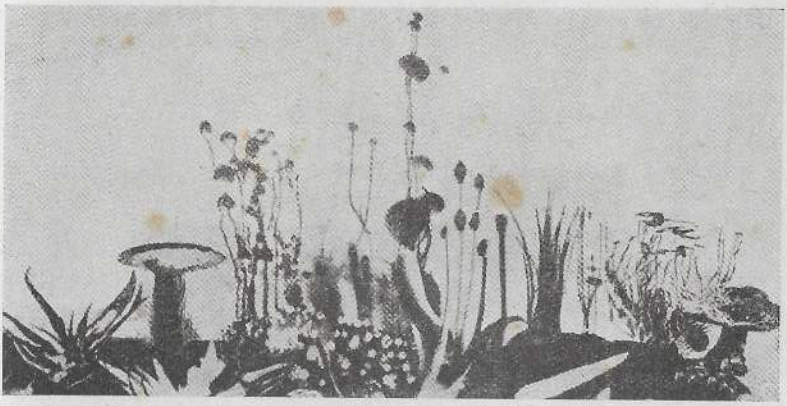


Fig. 296.

Fig. 297.

sono ottenere *culture* in superficie od anche in altezza. Così in un tubo da saggio si possono avere in un mezzo adatto, gocce germoglianti dal fondo verso la superficie in piccoli gambi che si ramificano poi in foglioline, come si vede nelle figg. 296 a 303.

La spiegazione del fenomeno è semplice. La goccia di soluzione concentrata di zucchero costituisce un mezzo di forte pressione osmotica e di forte coesione, mentre la pressione osmotica del

Fig. 298.

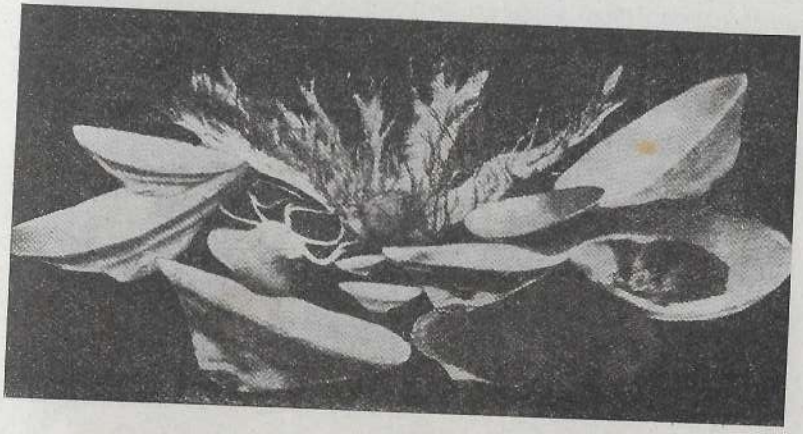


Fig. 299.

mezzo ambiente è assai più bassa. Per reazione tra il ferrocianuro di potassio ed il solfato di rame, si forma sulla superficie della goccia-seme, una sottilissima membrana semipermeabile di ferrocianuro di rame, attraverso alla quale hanno luogo gli scambi

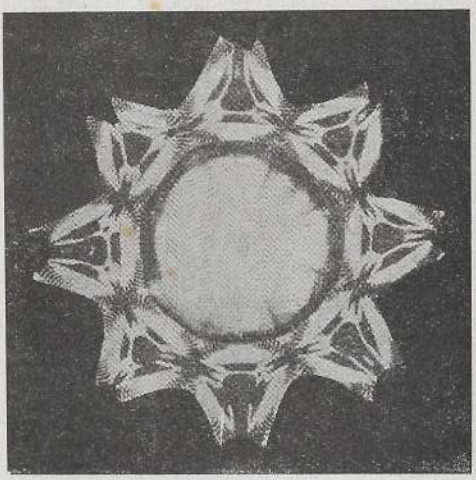


Fig. 300.

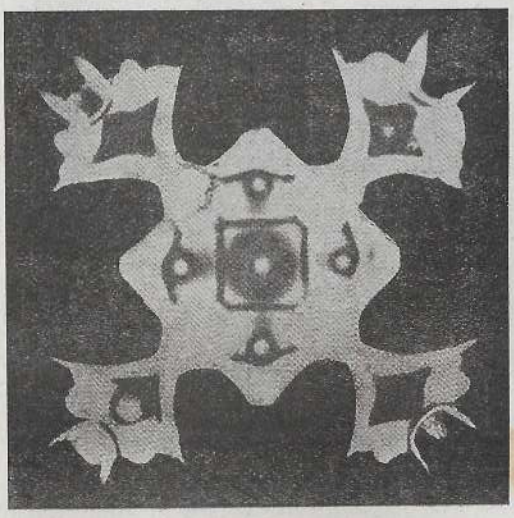


Fig. 301.

osmotici. L'acqua penetra attraverso la membrana impermeabile allo zucchero; la cellula ingrandisce, e la membrana tesa cede in un punto e là si forma una *gemma* che a sua volta si riveste della membrana di ferrocianuro di rame e così via, d'onde la *ramificazione*, ecc.

Si è voluta vedere in queste forme una analogia con certe piante o con altre forme anche di animali (conchiglie, coralli, ecc.)

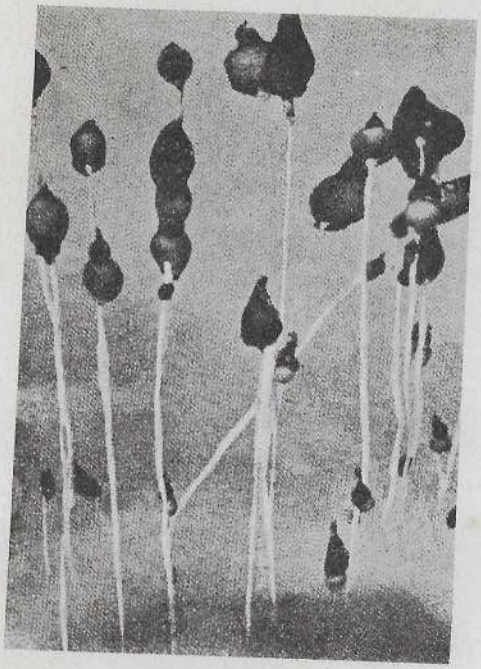


Fig. 302.

ma — allo stato attuale della scienza — non ci sembra lecito dedurre teorie da ciò che si presenta ai nostri occhi con analogie di *forma* e niente affatto di *struttura*, per cui sembra assai più logico il ritenere queste analogie come mere *casualità* dovute ai fenomeni di chimica pura, senza complicazioni biologiche.

Si avranno forme simili a funghi da un liquido concentrato, al quale siasi sovrapposta, con molta cura, dell'acqua distillata. I nitrati danno sviluppo a punte, steli spinosi; i cloruri alcalini a

forme che ricordano i vermi. Col cloruro d'ammonio (sale ammoniaco) in una soluzione di ferrocianuro di potassio si hanno vegetazioni a forma di pannocchie.

Il solfato di ferro produce nelle soluzioni di silicati, (di soda, potassa) escrescenze verdastre, erbacee o rampicanti che si avvolgono in volute elicoidali attorno a parti calcaree più grosse e solide.

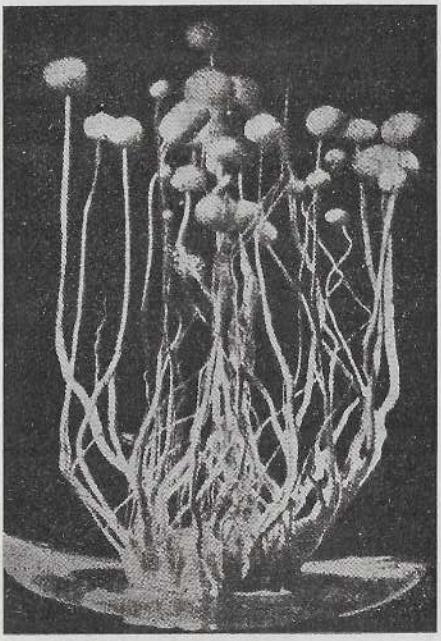


Fig. 303.

Con nitrato, cloruro e solfato di manganese si hanno altre forme e colori, quali, ad esempio, funghi dal cappello giallo foderato di nero, con fusto bianco.

Quando le nostre cognizioni intorno alla meccanica molecolare saranno — se non complete — almeno non così embrionali come attualmente, sapremo renderci conto dello svilupparsi di queste forme, come già sappiamo farlo per la forma sferica delle gocce, e per molte forme geometriche dovute alla tensione delle lamine liquide sottili, ecc.

MASCHERINE.... BOTANICHE

I.

A quanto si è detto sopra, riguardo alle vegetazioni chimiche possiamo, aggiungere queste altre esperienze analoghe, dovute al chimico G. Toucheux.

Si prepara una specie di *semi artificiali* (chiamiamoli così) costituiti da pallottoline, della grossezza d'un pisello, ottenute mescolando intimamente in un mortaio un gramma di solfato di rame, o di solfato di ferro, con circa 2 a 3 grammi di saccarosio solido (zuechero).

Si *seminano* tali granuli in un *mezzo nutritivo* consistente in una soluzione densa di gelatina, alla quale si aggiunge:

Ferrocianuro di potassio	gr.	40
Salmarino	»	20

Si scioglie il tutto nella soluzione calda di gelatina e si lascia in riposo; poi si ripartisce la miscela in varii tubi da saggio di 2 a 3 cm. di diametro, in fondo ai quali si dispongono uno o più *semi minerali*.

Nel caso dei granuli di *rame* si osservano, dopo 12 a 15 ore, dei filamenti bruni di ferro-cianuro di rame che partono dal *seme* e terminano generalmente con un globulo di grossezza variabile (fig. 304); lo sviluppo del pseudo-vegetale aumenta durante circa otto giorni e poi s'arresta.

Con granuli di *ferro* la coltura è di inizio più tardivo. Essa comincia con un piccolo filamento verdastro (fig. 305) (coltura sul fondo). Dopo sei giorni di sviluppo certi filamenti terminano con una piccola massa della grossezza d'una capocchia di spillo. Dopo otto giorni la coltura ha assunto aspetto capillare, somigliante a quello di certe alghe verdi, piccole, esilissime, che si sviluppano nelle acque tranquille (conferve).

Se si dispone il *seme* alla superficie della gelatina, anzichè sul fondo del recipiente, lo sviluppo assume tutt'altro andamento, assai simile a quello d'una mucidinea. Nella fig. 305 si vedono anche questi germogliamenti.

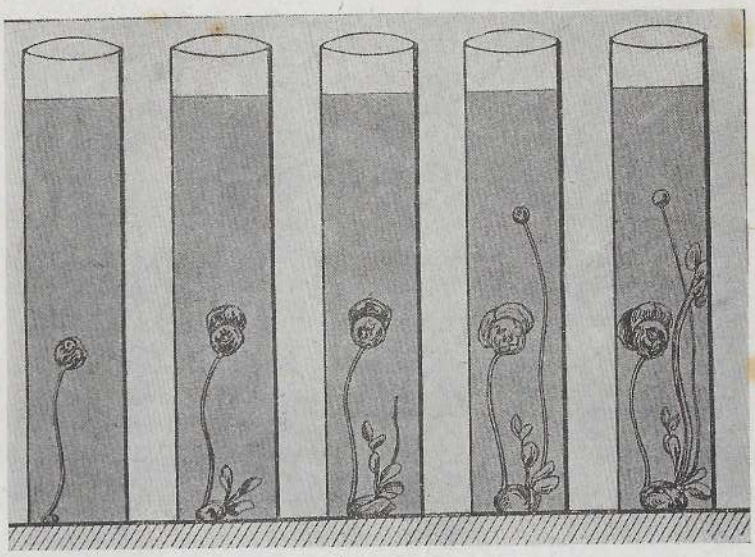


Fig. 304.

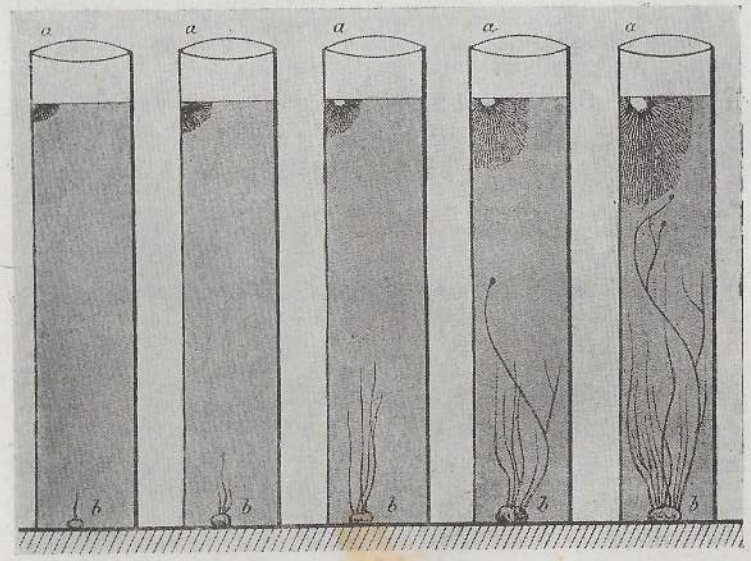


Fig. 305.

II.

Un seme al *mercurio*, preparato con bicloruro di mercurio e glucosio, messo nelle stesse condizioni, si comporta analogamente.

III.

Si metta in un recipiente una soluzione di solfato di rame quasi satura e vi si proietti un cristallo di ferrocianuro di potassio.

Attorno al cristallo si forma un inviluppo membranoso che è semi-permeabile; l'acqua vi penetra, lo distende e dopo qualche tempo si formano dei tubi membranosi che si sviluppano ognor più risalendo fino alla superficie del liquido e assumendo l'aspetto di vegetazione.

DELLE BOLLE DI SAPONE

Ho creduto di dover dare alle esperienze sulle bolle di sapone un'estensione notevole perchè esse si prestano ad una quantità di osservazioni scientifiche, mentre le loro forme, metamorfosi e colori costituiscono un gradito divertimento tanto pei ragazzi quanto per gli adulti studiosi ed osservatori. A tale intento ho fatto tesoro delle splendide esperienze descritte da C. V. Boys nel suo bellissimo volume sulle « *Bolle di sapone* », al quale rimando il lettore che si sentisse punto dall'encomiabile curiosità di meglio conoscere i misteri di queste effimere creazioni d'un soffio.

LIQUIDO PER LE BOLLE DI SAPONE

I.

Le bolle fatte con semplice acqua saponata hanno vita troppo breve perchè si possano convenientemente sottoporre a studio. È preferibile l'uso d'un liquido che permette di avere bolle della durata di un'ora e più, del quale ecco il modo di preparazione. Invece di sapone si adopera l'oleato di soda puro, di recente preparazione. Si riempie per tre quarti una bottiglia con acqua di-

stillata; vi si aggiunge $^1/_{40}$ d'oleato di soda, che sarà sciolto completamente dopo una giornata di riposo; si finisce allora di riempire la bottiglia con glicerina di Price, cioè purissima, agitando ripetutamente, travasando da una bottiglia in un'altra. Si lascia poi la bottiglia in riposo per una settimana in luogo oscuro, e si decanta con un sifone, lasciando la schiuma. Si aggiungono infine tre o quattro gocce d'ammoniaca concentrata per litro. Non occorre scaldare ne filtrare. La bottiglia deve essere conservata, ben turata, in luogo scuro e fresco; non la si stura che per riempire bottiglie più piccole da usarsi volta per volta; il liquido che avanza dopo eseguite le esperienze deve essere gettato via; in generale il liquido non vuol essere lasciato a contatto dell'aria che il tempo strettamente necessario ad eseguire le esperienze. La soluzione conservata con tali cure è servibile ancora dopo due o tre anni dalla sua preparazione.

II.

Siccome non è facile procurarsi dell'oleato di soda indicherò un'altra formola per ottenere un buon liquido per bolle. Si fa una densa saponata con sapone *comune* ma di buona qualità (bianco, di Marsiglia) operando a circa 15°; si passa alla tela e vi si aggiungono $^2/_3$ di glicerina pura; si agita e poi si lascia in riposo fino a che si formi sul liquido una crosta biancastra; la si toglie e si decanta il liquido, che si può conservare per molto tempo.

III.

Pei sistemi laminari di *Plateau* (Vedasi oltre) può servire questo miscuglio, usato da *Terquem*: Acqua 1000, zucchero 450, sapone comune 15.

Trattandosi d'un liquido assai fermentescibile, se ne favorirà la conservazione mediante l'aggiunta di alcune gocce di formòlo.

Osservazione. — In luogo dell'acqua distillata si può adoperare per queste soluzioni dell'acqua piovana raccolta dopo un primo acquazzone e direttamente entro bacinella perfettamente detersa.

IV.

SENZA SAPONE

Si polverizzano insieme 100 gr. di colofonia ed altrettanto di carbonato di potassio; si fa bollire con un litro d'acqua; fino a completa soluzione. La soluzione assai densa che si ottiene si conserva indefinitamente. Per servirsene si diluisce con 4 a 5 volte il suo volume d'acqua.

V.

Si scioglie della colofonia nell'alcool e si precipita la soluzione con acqua; si ottengono così dell'emulsione di sferule microscopiche; si aggiunge a poco a poco della potassa o della soda; l'emulsione si chiarifica (per soluzione delle sferule) e fornisce un liquido limpido che spumeggia come l'acqua saponata e serve benissimo per bolle come quelle al sapone.

LE LAMINE SOTTILI IRIDESCENTI

SISTEMI LAMINARI DI PLATEAU

Il liquido da far bolle può stendersi in lamine sottili non solo sotto la forma sferica, per insufflazione, ma anche sotto altre forme e con altri mezzi.

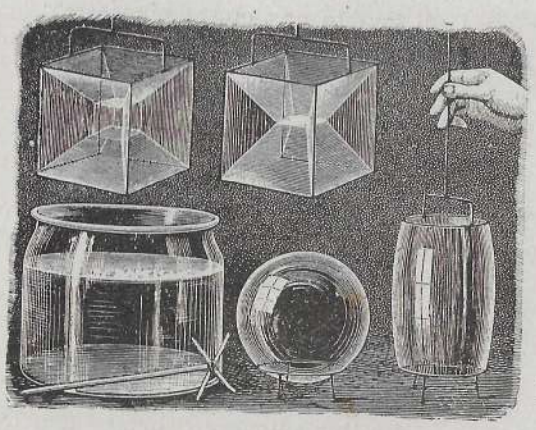


Fig. 306.

Se si fa con del filo di ferro (un po' arrugginito) l'*ossatura* d'un cubo di circa 6 cm. di lato (fig. 306) e vi si salda un manico

pure in filo di ferro; poi la si immerge del detto liquido; estraendola lentamente, si formeranno delle lamine che partendo da ciascuna costola del cubo concorreranno verso il centro ad una tredicesima lamina in forma di piccolo quadrato. Immergendo di nuovo il cubo, ma soltanto per la sua faccia inferiore, le lamine si disporranno come nella figura a sinistra, formando cioè nel centro un piccolo cubo. Rompendo allora con carta bibula una delle facce di quetso piccolo cubo, si formerà tosto la figura precedente.

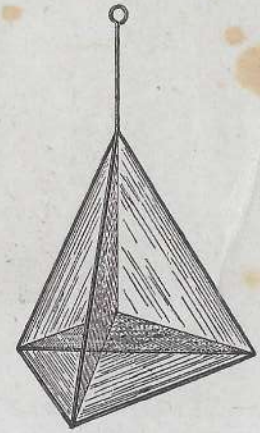


Fig. 307.

Lamine di tal genere si formano, con legge fissa, *qualunque sia la forma della carcassa* di fil di ferro; tale legge consiste in questo: In una medesima costola non concorrono mai più di *tre* lamine; in un medesimo punto non concorrono mai più di 6 lamine, o di 4 costole.

Con una carcassa in forma di tetraedro regolare si ottengono le lamine disposte come nella figura 307.

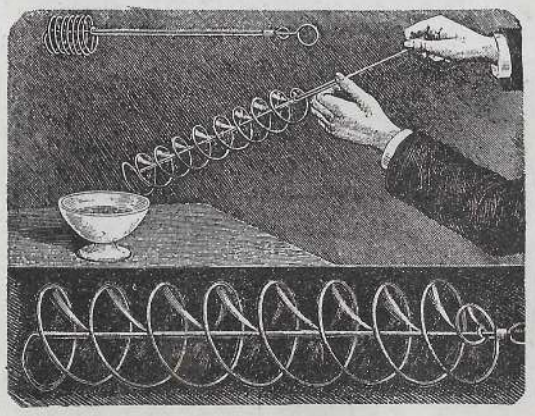


Fig. 308.

Immergendo nel liquido un filo metallico elastico avvolto ad elica, si ottiene una lamina che costituisce una perfetta superficie elicoidale come vedesi nella fig. 308.

Tali lamine possiedono una notevole *tensione superficiale*. Si può constatarla foggiando con due sbarrette di metallo o di legno

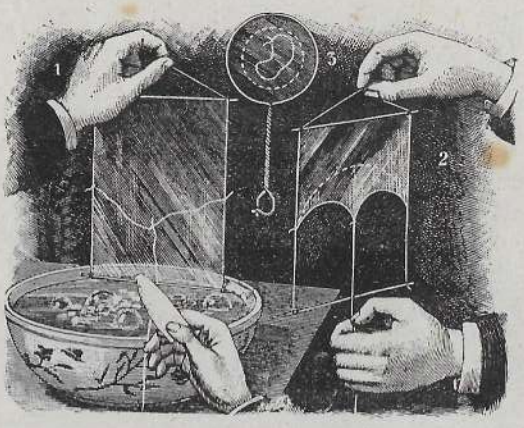


Fig. 309.

e due fili una specie di telaio che s'immerge nel liquido; esso ne uscirà portando seco una bella lamina a colori smaglianti. Avendo fissato ai due fili verticali un filo di seta unito ad un altro filo nel suo mezzo, esso prenderà, aderendo alla lamina, una forma qualunque (fig. 309, n. 1 a sinistra); ma rompendo, con carta bibula, la pellicola nella sua parte inferiore, tosto il filo si tenderà ad arco di circolo secondo la punteggiata della figura, n. 2 a destra; esercitando sul filo libero una certa trazione, si formerà una finestra *bifora*, che riprenderà la forma di porta ad arco appena cessi la trazione sul filo. Il n. 3 della fig. 309 rappresenta un anello di filferro a manico, con la sua lamina. In mezzo a questo si può far restare un anello di refe che prenderà forma irregolare; questa si trasformerà però tosto in un circolo (punteggiato nella figura) appena si rompa la pellicola nell'interno dell'anello di refe.

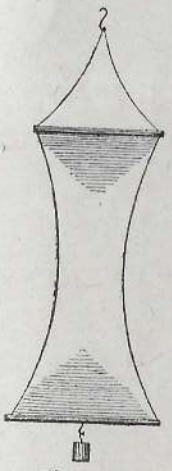


Fig. 310.

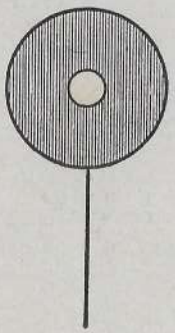


Fig. 311.

La figura 310 rappresenta il modo di misurare con pesi la carica che una lamina sottile può sopportare. Le due sbarre orizzontali sono di filferro; le due curve laterali sono fili di seta.

La fig. 311 indica la posizione che un anellino di filo metallico (alluminio) prende entro ad una lamina sottile che abbia per

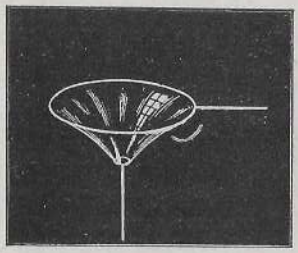


Fig. 312.

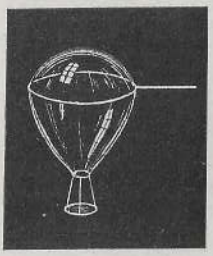


Fig. 313.

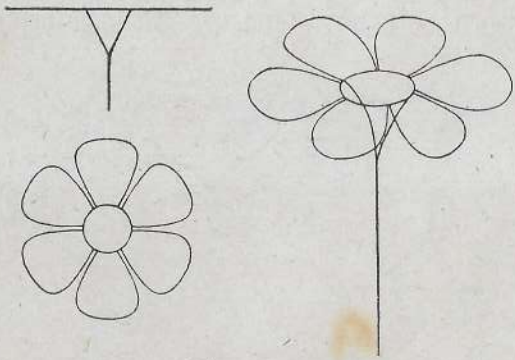


Fig. 314.

contorno un circolo pure di filo metallico. Quando a tale anellino si attacchi un peso, la lamina assume la forma della fig. 312.

La stessa esperienza può farsi con una bolla di sapone poggiata ad un anello metallico, come vedesi nella fig. 313.

Foggiando delle carcasse di filferro a forma di fiori, di foglie, figurine, ornati, ecc. (v. fig. 314), si possono ottenere i più svariati effetti, colle lamine sottili, iridescenti.

BOLLE AL FUMO

Per introdurre del fumo nelle bolle di sapone senza prima aspirarlo in bocca, si può far uso dell'iniettore a gas detto *Pipa di Bob* (fig. 315) di cui darò una descrizione succinta. Nel tubo

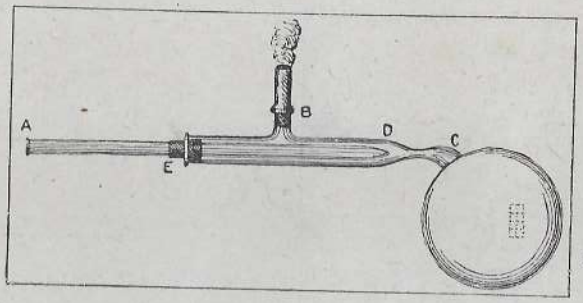


Fig. 315.

di vetro *B C* strangolato in *D* e con larga apertura in *C*, s'introduce un altro tubo di vetro affilato passandolo attraverso ad un

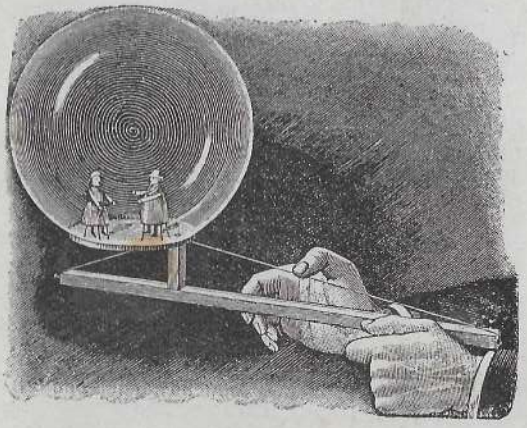


Fig. 316.

turacciolo *E* di gomma elastica. In *B* si fissa una sigaretta come in un bocchino. Intinta allora l'estremità *C* nell'acqua saponata, basterà soffiare in *A*; l'aria spinta nelle bolle di sapone trascinerà seco dell'aria esterna, che passando attraverso la sigaretta accesa si caricherà di fumo (fig. 316).

LE BOLLE SALTELLANTI

Facendo cadere le bolle di sapone sopra un panno che presenti superficie *pelosa*. Esse vi si adageranno senza scoppiare, e si potrà, soffiandovi, farle urtare fra loro constatandone così la elasticità.

Stendendo il tappeto pei quattro capi si potranno far saltare su di esso le bolle; del pari fasciando di panno un tamburello od una *raquette* si potrà giocare moderatamente alla palla con le bolle stesse od anche semplicemente con un pezzo di cartone fasciato di flanella o colle mani inguantate di lana, ecc. Il gioco riuscirà bene fino a che il panno non sia troppo inumidito dal successivo scoppiarvi delle bolle.

LA DANZA ELETTRICA DELLE BOLLE

Come già si è detto, le bolle possono restare, senza rompersi, su di un panno di lana. Deponiamone dunque alcune sopra un tappeto (fig. 317) o sopra una coperta distesa sul tavolo. Indi

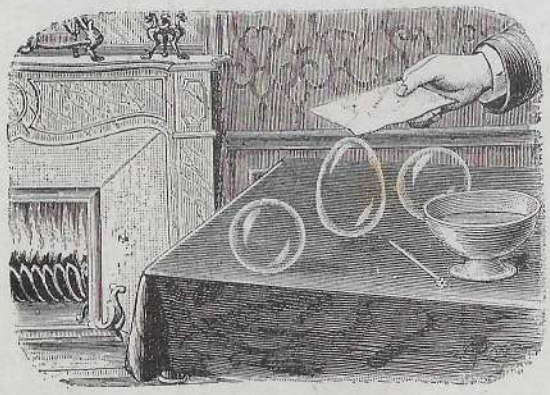


Fig. 317.

scaldiamo un pezzo di carta forte e sfreghiamolo fortemente con una spazzola per elettrizzarlo. Se allora avviciniamo la carta ad una bolla, questa comincierà coll'allungarsi in forma d'uovo verso

la carta, e avvicinandola ancora (a circa 15 cm.) la bolla finirà coll'alzarsi dal tavolo per salire nell'aria verso la carta come un aerostato. Con le diverse bolle si potrà organizzare un grazioso balletto elettrico.

UNA PENETRAZIONE SUI GENERIS

Sull'orlo d'un imbuto, preferibilmente di vetro, si faccia poggiare una bolla di sapone. Si chiuda col dito l'orifizio dell'imbuto e si introduca così in un vaso contenente del vapore d'etere. Ritirandonelo poco dopo, si potrà infiammare il vapore d'etere che si troverà sotto la bolla e che sembrerà quindi averla attraversata; mentre sarà stato semplicemente assorbito, disciolto e rievaporato.

GLI ANELLI VARIOPINTI

La luce *polarizzandosi* sulla pellicola che costituisce le bolle di sapone dà luogo a zone colorate, note sotto il nome di *anelli*

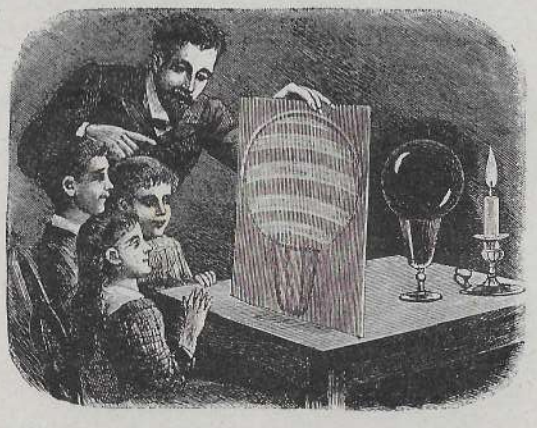


Fig. 318.

di Newton, che si possono facilmente osservare nel seguente modo. Si colloca una bolla di sapone sull'orlo d'un bicchiere previamente bagnato col solito liquido da bolle. Si colloca da un lato

di essa a circa 80 cm. una candela accesa e dal lato opposto, a circa 10 cm., uno schermo di carta lucida, trasparente, sulla quale si vedranno tosto apparire l'immagine della bolla e la serie di archi colorati moventesi lentamente dall'alto in basso con regolarissime alternanze di tinte (fig. 318).

Invece d'uno schermo trasparente se ne può usare uno bianco, opaco, osservando poi naturalmente l'immagine dal lato stesso della bolla anzichè dal lato opposto.

UNA DANZA IN UNA BOLLA DI SAPONE

Si fissa un filo di ferro sottile, ai due capi d'un regolo quadro; il filo avrà lunghezza alquanto maggiore di quella del regolo, in modo da poterlo poi tendere per mezzo d'un pezzetto

Fig. 319.

di legno interposto fra esso ed il regolo, sì che se ne possano trarre note come da una corda di chitarra. Sul cavalletto verticale si fisserà un disco di latta (coperchio o fondo di scatola) e su questo si collocheranno i danzatori fatti con sughero intagliato e sostenuti ciascuno da tre sottili fili metallici che li renderanno assai mobili (fig. 319).

Finiti tutti questi preparativi si bagnano tanto le figurine come il disco di latta col liquido da bolle e si soffia poi una grossa bolla sul tutto. La bolla si fisserà all'orlo del disco racchiudendo così i danzatori in una elegantissima sala da ballo; non resterà che pizzicare il filo teso per fare un po' di musica e tosto i ballerini si metteranno a danzare assai grottescamente a causa delle vibrazioni del.... pavimento della sala.

BOLLE GALLEGGIANTI SUL GAS CARBONICO

Essendo il gas carbonico più pesante dell'aria, si potrà far *galleggiare* una bolla di sapone sopra uno strato di detto gas; occorrono però alcune precauzioni per riuscire.

Si prepara lo strato di gas carbonico ponendo in un recipiente di vetro abbastanza grande, del carbonato di soda e dell'acido tartarico come se si volesse preparare dell'acqua di Seltz (con 4 gr. di bicarbonato di soda si ottiene un litro di gas carbonico). Si copre poi il recipiente con un cartone avente un foro nel mezzo; per questo foro si fa passare un tubo di vetro nel quale si versa *a poco a poco* dell'acqua in modo da ottenere uno svolgimento di gas lento e graduale. Quando non se ne svolgerà più si toglierà il cartone spostandolo in senso orizzontale, senza alzarlo, e lentamente. Si farà allora cadere nel vaso una bolla di sapone di media grandezza, fatta con acqua saponata o meglio col liquido glicerico. Questa bolla farà alcuni sbalzi come una palla di gomma elastica gettata per terra, e finirà col restare in equilibrio; in quel momento si rimette con precauzione il cartone a posto.

Si ha così una bolla in equilibrio sullo strato *invisibile* di gas carbonico. Però l'equilibrio dura poco perchè il gas penetra nella bolla attraverso alla sua pellicola, ne aumenta il volume ed il peso e la fa quindi scendere poco alla volta in fondo al recipiente.

Per riempire il recipiente di gas carbonico si può anche servirsi d'un sifone da seltz, versando l'acqua a poco a poco nel vaso ed estraendola gradatamente aspirando con una cannuccia; il gas si svolge dall'acqua che ne è satura, ed in breve riempie il vaso.

LA CACCIA ALLE BOLLE DI SAPONE

Si possono gonfiare le bolle con gas illuminante; basta collegare un tubo di gomma ad un becco di gas, immergerne l'estremità nell'acqua preparata, estrarlo e poi aprire il rubinetto. Le bolle così gonfiate salgono rapidamente al soffitto. Nella loro corsa possono esser *prese* con una candela accesa, fissata ad un bastone; appena la fiamma le sfiora si accendono producendo una bella fiamma. Quest'esperienza non presenta alcun pericolo.

Fig. 320.

A questa come a qualsiasi altra bolla si possono attaccare figurine in carta leggera (da sigarette) che riusciranno di grazioso effetto. La figurina dovrà essere attaccata ad un filo sottile (di seta) alla cui estremità sarà fissato un dischetto della stessa carta. Questo dischetto si fa aderire alla bolla, *in alto*, con precauzione; esso discende pel proprio peso fino alla parte inferiore. Nello stesso modo si può imitare un pallone frenato fissando il filo ad un rocchetto.

Si può anche introdurre una di queste bolle in altra più grande posata sopra sopporto ad anello in filo metallico; le due bolle presenteranno allora la fig. 320.

TENSIONE SUPERFICIALE DEI LIQUIDI

Si spalma un cartone, nel quale si sarà praticato un piccolo foro, col liquido per le bolle, indi vi si fa aderire una mezza bolla gonfiata con il gas illuminante. Staccato il tubo la bolla non si sgonfierà perchè il forellino sarà chiuso da un opercolo laminare. Rompendo questo con una punta la bolla si sgonfierà subito perchè la tensione della sua superficie tenderà a scacciarne il gas. Se invece di rompere l'opercolo si avvicina ad esso un fiammi-

fero acceso si otterrà l'accensione del gas che continuerà ad ardere con fiamma uniforme spinto fuori regolarmente dalla tensione della bolla (fig. 321).

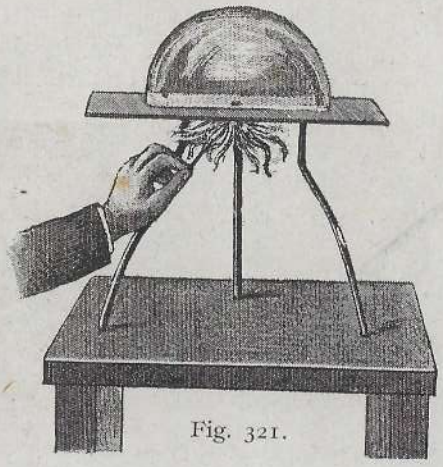


Fig. 321.

Volendo ripetere l'esperienza occorre servirsi di un'altro cartone oppure attendere che sia raffreddata completamente l'acqua che lo bagna.

ISCRIVERE UNA SFERA IN UN CILINDRO

Si comincia col fare il *cilindro*. Per questo basta posare una bolla su di un anello di filo metallico bagnato del liquido da bolle; poi si sovrappone alla bolla un anello uguale al primo e bagnato. Esercitando allora una certa trazione sui due anelli, tenuti paralleli fra loro, si trasforma a poco a poco la bolla sferica in un cilindro (figura 322).

Un *collaboratore* fa allora penetrare la cannuccia intinta e ben bagnata nella *base* superiore del cilindro e vi soffia dentro assai lentamente, una bolla, gonfiandola fino a che tocchi le pareti del cilindro. La si stacca allora dalla cannuccia con una leggera scossa e si estrae con precauzione la cannuccia stessa. Allontanando allora i due anelli, il cilindro che avrà preso la forma di una botte

si allungherà comprimendo la bolla e facendole assumere forma d'uovo; avvicinando invece i due anelli la bolla cadrà in fondo al cilindro e tosto si romperà insieme al cilindro.

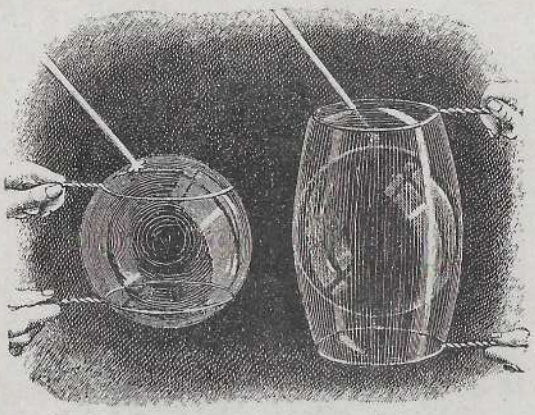


Fig. 322.

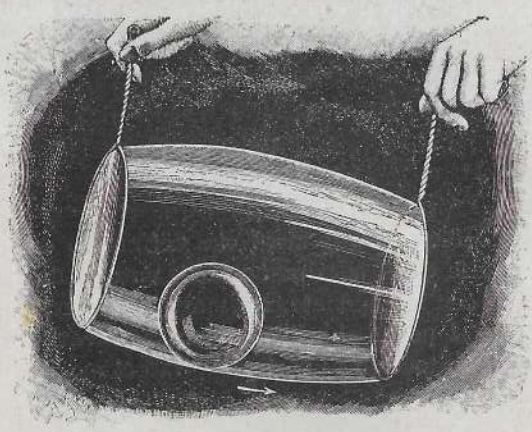


Fig. 323.

Mettendo invece il cilindro in posizione orizzontale (fig. 323) e soffiandovi una bolla piccola, si potrà farla rotolare entro ad esso, dando al cilindro lievi inclinazioni in vario senso. Si dimostrerà in tal modo non esservi aderenza fra la bolla e la parete laminare del cilindro.

LA GIOSTRA RUSSA

Con un poco di filo di ferro o d'alluminio si fabbrica la ruota co' suoi sopporti (fig. 324); i cuscinetti possono farsi di sughero, di cartone, di latta, ecc., fissandoli con ceralacca ai due montanti di sostegno. Un pezzo di catenella d'ottone terminato da un lato ad uncino e dall'altro a piattello di latta o di cartoncino lucido

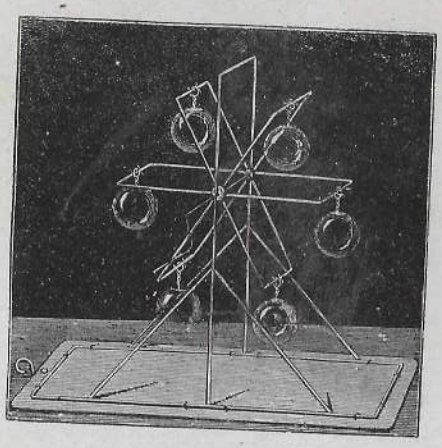


Fig. 324.

serviranno di attacco ai *vagoncini* che nel nostro caso saranno le bolle di sapone le quali aderiranno facilmente ai dischetti previamente bagnati con la saponata. La manovella servirà a far girare il sistema, che si potrà abbellire ancora attaccando sotto a ciascuna bolla un fantoccino di carta leggera nel modo indicato nella figura 328, a pag. 303.

IL LAMPADARIO

La fig. 325 rappresenta un lampadario assai eccentrico ed originale. L'anello centrale si taglia in una grossa patata. Tre spille conficcatevi lateralmente servono a sospenderlo e nello stesso tempo a sostenere un piattello sul quale si posa un pezzo di can-

dela accesa. Si gonfiano allora, con pipe comuni di gesso a corta cannuccia, delle bolle di sapone che si riempiono di fumo, sia direttamente, sia per mezzo dell'apparecchio descritto a pag. 292, fig. 315. Si conficcano tosto le cannuccie nell'anello di patata,

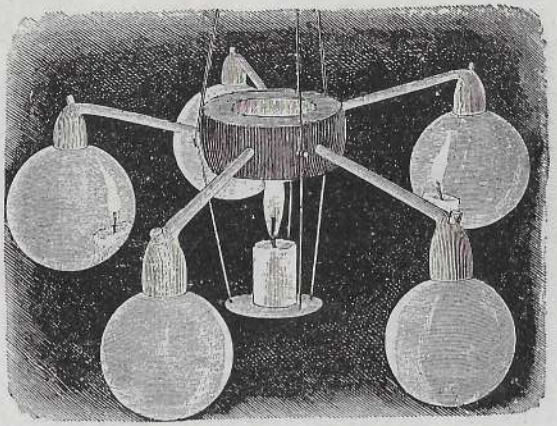


Fig. 325.

in modo da impedirne lo sgonfiamento. Si otterrà in questo modo un lampadario nelle cui bocce, che sembreranno di vetro bianco opaco, si rifletterà la fiamma della candela, con effetto assai grazioso.

LA TRIPLICE SFERA

Si tratta di soffiar tre bolle una dentro l'altra. Ecco i preparativi. Si posa su di un bicchiere un piatto, su questo un turacciolo, poi uno scudo d'argento o un disco di metallo simile, ed infine una pupattola di porcellana tenuta fissa con un po' di cera; sulla testa di questa pupattola si fissa, pure con cera, un piccolo disco di cartoncino.

Ciò fatto si bagna abbondantemente il tutto, meno il bicchiere, col liquido da far bolle e di questo liquido se ne mette un poco nel piatto (fig. 326).

Ecco ora venuto il momento di soffiare le bolle. Si comincia col soffiare la più grossa servendosi d'una trombetta da bambini, mettendosi sopra la pupattola; la bolla discenderà, senza rompersi lungo la pupattola, ecc., fino al piatto; la si gonfia sino a

Fig. 326.

circa 20 cm. di diametro. S'introduce allora in essa, rapidamente un tubetto di metallo o di vetro *ben bagnato* nella saponata; si intinge nel piatto e si soffia una seconda bolla fino a che si sia posata sullo scudo. Infine s'intinge di nuovo il tubetto nel liquido e si soffia la terza bolla sulla testa della pupattola.

IL GIGLIO ANIMATO

Si prende un foglio di stagnola, come quella che serve ad avvolgere la cioccolata; si taglia in esso, dopo averlo reso liscio coll'unghia, un rosone con un disco centrale e lo si applica su di un turacciolo comune dopo averlo ben bagnato nel liquido da bolle. Vi si soffia allora sopra una bolla che comincerà coll'aderire al disco centrale e scenderà poi lungo le punte del rosone le quali, attratte dalla sua tensione si rialzeranno nel modo indicato nella fig. 327 a destra. Sottraendo un po' d'aria questa specie

di fiore si socchiuderà nel modo della figura, a sinistra. Questo esperimento si potrà variare a piacere, sia foggiando il turacciolo a calice e fissandolo su di un picciuolo in filo di ottone, sia fissando al turacciolo degli *stami* in carta, cera, cerini, ecc.

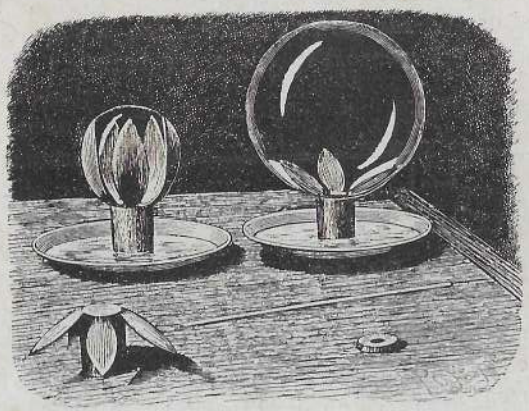


Fig. 327.

IL PALLONE FRENATO

Se ad una grossa bolla di sapone farete aderire un dischetto di carta leggerissima, unito preventivamente ad un filo svolgentesi liberamente da un rocchetto, otterrete una riproduzione *quasi perfetta* d'un pallone frenato quali usavansi nelle passate Esposizioni (Torino, Genova, Milano) per fornire anche ai più timidi un'occasione per potersi vantare coraggiosissimi! (fig. 328).

E, volendo, potrete attaccare al filo — libero sotto il pallone — un pupazzetto ritagliato in carta sottile, che verrà trasportato nell'atmosfera dall'impulso ascensionale della bolla, tra l'emozione e la gioia del pubblico minuscolo presente.

Fig. 328.

BOLLE GRANDISSIME

Per gonfiare grosse bolle di sapone — di 50 cm. di diametro, per es. — si usa un cannello ricurvo fig. 329, si soffia con la bocca dal lato stretto per mezzo d'un becco, mentre che l'orifizio largo è circondato da una striscia di batista fortemente stretta, che alimenta di liquido la bolla man mano che ingrandisce, soffiando una bolla entro un'altra si possono avere le disposizioni indicate nei §§ precedenti, che sono particolarmente belle se la luce interna sia resa fluorescente, (soluzione solita, con aggiunta di fluoresceina).

Fig. 329.

Per tali esperienze è bene usare, per soffiare, un tubo avente la forma della fig. 306 che impedisce al liquido di venire accidentalmente a distruggere la prima bolla formata. La lunghezza del tubo a destra sarà di circa 25 cm.

BOLLE LUMINOSE

Occorrono per questo grazioso esperimento due pile al bicromato e una lampadina minuscola, da 4-5 volts.

In un bicchiere si prepara uno dei liquidi indicati per bolle di sapone, oppure una semplice soluzione di sapone con aggiunta di glicerina per renderla più durevole.

Si monta la lampadina sui due elementi pile disposti in tensione e la si pone su di un portauova per es., poggiato su due libri (fig. 330) che lascino il passaggio per il filo elettrico. Si bagnano gli orli del portauova col liquido glicerinato e si gonfia la bolla della quale la lampada occuperà il centro.

Ciò fatto non resta più che a far passare la corrente. La luce attraversando la lamina saponosa della bolla vi produce delle iridazioni di assai bell'effetto.

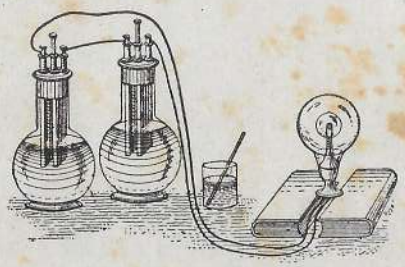


Fig. 330.

LE BOLLI VIBRANTI

Terminerò questi cenni sulle bolle di sapone con un'esperienza citata dal Decharme.

Una barra d'acciaio, di ferro, di ottone crudo o di altro metallo rigido, quando sia stretta per un capo in una morsa e venga inflessa all'altro capo, abbandonata poi a sè *vibra* per qualche tempo prima di ridursi alla primitiva posizione. Fissando all'estremo libero un anello di filo metallico, posando su di esso una bolla e facendo poi vibrare la sbarra, la bolla assumerà forme *poliedriche.*

Il numero dei *nodi* prodotti varia con la natura del suono emesso dalla sbarra vibrante e le figure sono abbastanza persistenti perchè si possa anche studiarle scientificamente.

LIQUIDI DI UGUALE DENSITÀ
NON MISCIBILI

Il primo sarà composto d'una miscela di 1 p. d'acqua e 2 d'alcool; esso riuscirà appena più leggero dell'olio d'oliva; se ne verserà la metà entro un vaso di vetro; all'altra metà si aggiungerà tanta acqua da rendere la miscela appena più densa dell'olio e si verserà sul fondo del vaso a mezzo d'un tubo a imbuto.

Fra questi due strati di liquido si potrà far stare in equilibrio una grossa sfera d'olio che si formerà lentamente, mediante una pipetta o contagocce. Si riuniranno le goccioline sparse, mediante un anello di filo di rame del diametro di 2 cm. fatto con filo di 1 mm. di diametro.

Prendendo la sfera d'olio fra due anelli verticali paralleli (figura 331) si potranno osservare le forme che essa verrà assumendo quando la si stira orizzontalmente.

Si ottengono buonissimi risultati col solfuro di carbonio, colorato con iodio, che si mette in sospensione fra due soluzioni contenenti rispettivamente 45 e 55% di solfato di zinco cristallizzato. Ma la goccia non tarda ad alterarsi e si ricopre d'uno straterello resistente che sembra non avere più tensione superficiale, e che conserva tutte le forme che gli si fanno prendere.

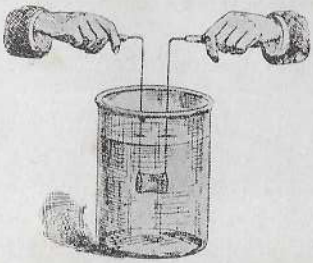


Fig. 331.

Fig. 332.

MEMBRANE D'OLIO NELL'ACQUA

Si versino alcune gocce d'olio alla superficie d'una miscela d'una p. d'acqua e 2 d'alcool. S'immerga nel liquido un anello di filo metallico, attraverso lo straterello d'olio; si osserverà la formazione di una membrana d'olio entro l'anello, in seno al liquido. Spostando in modo rapido l'anello nella miscela si può gonfiare tale membrana e riuscire anche a staccarne una bolla d'acqua a pareti d'olio (fig. 332).

UN VASO SORPRENDENTE

Ecco come si può fabbricarlo.

Si prende un pezzo di tela metallica da staccio, di ottone, a maglie di circa 1 mm.; se ne taglia un disco di 20 cm. di diametro, che si foggia a vaschetta con bordo di circa 2 cm. d'altezza. La s'immerge in un bagno di paraffina fusa e si ritira dopo alcuni istanti, si scuote vigorosamente per iscacciare le goccioline di paraffina che potessero otturare le maglie.

Si può allora versare dell'acqua in questa bacinella senza che essa ne attraversi il fondo; occorrerà però operare con qualche precauzione, cioè mettendo un foglio di carta sul fondo, versando l'acqua su di esso e ritirandolo poi, adagio, adagio.

La vaschetta paraffinata galleggia sull'acqua e si può perfino versarvi dell'acqua; il liquido passa attraverso le maglie e va a raggiungere quello che si trova all'esterno.

Fenomeni tutti dovuti alle proprietà delle membrane liquide (tensione superficiale), che abbiamo già descritto in alcuni esperimenti che precedono.

Colerà immediatamente a fondo versandovi una goccia di trementina od anche del *vapore* di etere.

L'ARIA A GOCCE

In un anello metallico di circa 5 cm. di diametro si produca una lamina col *liquido resinoso* indicato a pag. 288 (IV). L'anello dovrà essere montato su di un lungo manico che permetta di spostarlo nel suo piano, con moto rapido, ma regolare.

L'anello dovrà essere formato con filo di ferro, di alluminio, di ottone o simile e preferibilmente saldato.

Si vedrà durante tale movimento, una *vena d'aria* passare attraverso l'anello e scomporsi in bolle assai nette e persistenti nello stesso modo in cui una vena liquida si scinde in gocce.

CURIOSITÀ ARITMETICHE [1]

1. — Si abbia un numero qualunque di tre cifre, p. es. 825; invertendone l'ordine si avrà 528; si sottragga il minore dal maggiore: 825 — 528 = 297. Nelle differenze ottenute in tal modo, con numeri di tre cifre cioè compresi fra 100 e 999 si verifica la particolarità che la cifra delle decine è sempre 9 e che la somma delle altre due cifre è del pari 9 (2), per cui basta conoscere la sola *prima* od *ultima* cifra della differenza per conoscerla tutta. Si può dunque proporre ad una persona di fare una tale differenza di due numeri nelle condizioni indicate e di farne conoscere solamente la prima o l'ultima cifra; e riuscirà facile indovinare le altre cifre. Evidentemente se la differenza è un numero di due sole cifre sarà sempre 99.

2. — Il numero 12345679 formato con la serie naturale delle cifre, eccettuato l'8, ha questa singolare proprietà. Moltiplicato per 9 dà il prodotto 111 111 111 che è formato di nove 1. Moltiplicato per i varii multipli del 9 cioè 18, 27, 36, ecc., dà 222 222 222; 333 333 333; 444 444 444; ecc.

Il numero 12345679 moltiplicato per 8 dà il 98765432 che è la serie inversa dei numeri dal 2 al 9; moltiplicato per 6 dà 74074074 e per 3 dà 37037037:

$$
\begin{aligned}
12345679 \times 1 &= 12345679 \\
\text{»} \quad \times 2 &= 24691358 \\
\text{»} \quad \times 4 &= 49382716 \\
\text{»} \quad \times 5 &= 61728395 \\
\text{»} \quad \times 7 &= 86419753 \\
\text{»} \quad \times 8 &= 98765432
\end{aligned}
$$

In questi prodotti mancano rispettivamente le cifre 8, 7, 5, 4, 2, 1 complementi al 9 dei moltiplicatori.

3. — Moltiplicando il numero 37 per i multipli del 3 dal 3 al 27, i prodotti risultano composti di tre cifre uguali, la cui

(1) Nel mio libro « *Matematica dilettevole* » (Manuali Hoepli) il Lettore potrà trovare moltissimi altri esempi di questo genere, nonchè curiosità geometriche, algebriche, giochi matematici, ecc.

(2) Non indico la spiegazione delle proprietà dei numeri esposte in questo capitolo per le ragioni addotte nella Prefazione.

somma è sempre uguale al numero pel quale si è moltiplicato il 37. *Esempio*: $37 \times 21 = 777$; $7 + 7 + 7 = 21$.

4. — Il numero 73 moltiplicato per 3, 9, 12...., dà prodotti terminanti con 9, 8, 7, 6.... 1.

5. — Moltiplicando il numero 526315789473684210 per un numero dall'1 al 9 si ottengono sempre prodotti nei quali si susseguono le cifre del moltiplicando *in ordine circolare*, più lo zero finale.

Esempio: 5263* 15789473684210 × 3 = *157894736842105263o.

6. — Il numero 142857 offre alcune particolarità degne di nota. Moltiplicato per 2, 3, 4, 5, 6, dà numeri composti di 6 cifre che sono le sue medesime in ordine circolare:

Prodotto per 2 = 285714
» » 3 = 428571
» » 4 = 571428
» » 5 = 714285
» » 6 = 857142

moltiplicato per 7 dà 999999. Moltiplicato per un numero qualunque, tale però da non dare un prodotto composto di più di 7 cifre (cioè inferiore al 70), dà prodotti nei quali basta addizionare la prima cifra con la parte rimanente per riprodurre ancora le cifre stesse del numero fondamentale, in ordine circolare; ecco alcuni esempi:

Prodotto per 38 = 5428566
428566 + 5 = 428571
Prodotto per 55 = 7857135
857135 + 7 = 857142

Giova osservare che se il moltiplicatore è un multiplo di 7, il prodotto risulta costituito da tanti 9, meno la prima e l'ultima cifra; le quali sommate insieme formano però sempre 9.

Esempio:

Prodotto per 42 = 5999994
» » 63 = 8999991
» » 70 = 9999990

7. — Se un numero qualunque di tre cifre, per esempio 365, si scrive due volte di seguito, e si divide il nuovo numero 365365 successivamente per 7, 11, e 13 si ottiene appunto come ultimo quoziente il numero primitivo 365.

Qui la spiegazione è facile essendo il prodotto dei tre divisori $7 \times 11 \times 13 = 1001$.

8. — Il numero 45 può scomporsi in quattro numeri: 8, 12, 5 e 20:

$$8 + 12 + 5 + 20 = 45$$

tali che:

$$8 + 2 = 10 \qquad 5 \times 2 = 10$$
$$12 - 2 = 10 \qquad 20 : 2 = 10$$

9. — Il numero 100 si può scomporre in quattro numeri: 12, 20, 4 a 64:

$$12 + 20 + 4 + 64 = 100$$

tali che:

$$12 + 4 = 16 \qquad 4 \times 4 = 16$$
$$20 - 4 = 16 \qquad 64 : 4 = 16$$

10. — Il numero 100 si può scrivere, usando cinque volte la stessa cifra, in varii modi:

$$100 = 111 - 11$$

$$100 = 3 \times 33 + \frac{3}{3}$$

$$100 = 5 \times 5 \times 5 - 5 \times 5$$

$$100 = (5 + 5 + 5 + 5) \times 5$$

11. — Scrivere 31 con sole cifre 3:

$$31 = 3^3 + 3 + \frac{3}{3}$$

Scrivere 217 con sole cifre 4:

$$217 = 4^4 + 4 + \frac{4}{4} - 44.$$

Si possono combinare infiniti esempi del genere.... cominciando col formare il *secondo* membro dell'eguaglianza e *deducendone* il *primo*, che poi si propone da risolvere, come nei due esempi suesposti.

12. — Consideriamo ora il numero formato dalle 9 cifre in ordine naturale:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

e quello formato invertendone l'ordine:

9 8 7 6 5 4 3 2 1

togliamo il primo dal secondo; avremo:

8 6 4 1 9 7 5 3 2

Le cifre di questo resto sono ancora quelle dei numeri da cui venne ricavato.

13. — Il numero 8 presenta queste particolarità:

$1 \times 8 = 8$		
$2 \times 8 = 16$	$1 + 6$	$= 7$
$3 \times 8 = 24$	$2 + 4$	$= 6$
$4 \times 8 = 32$	$3 + 2$	$= 5$
$5 \times 8 = 40$	$4 + 0$	$= 4$
$6 \times 8 = 48$	$4 + 8 = 12$	$1 + 2 = 3$
$7 \times 8 = 56$	$5 + 6 = 11$	$1 + 1 = 2$
$8 \times 8 = 64$	$6 + 4 = 10$	$1 + 0 = 1$

14. — La *moltiplicazione* si può ridurre ad una addizione abbastanza semplice. Debbasi ad esempio moltiplicare 58 per 132; basterà scrivere:

una volta	58
tre volte	58
	58
	58
due volte	58
	58
	$7656 = 58 \times 132$

15. — *Prodotti curiosi.*

$$1 \times 9 + 2 = 11$$
$$12 \times 9 + 3 = 111$$
$$123 \times 9 + 4 = 1111$$
$$1234 \times 9 + 5 = 11111$$
$$12345 \times 9 + 6 = 111111$$
$$123456 \times 9 + 7 = 1111111$$
$$1234567 \times 9 + 8 = 11111111$$
$$12345678 \times 9 + 9 = 111111111$$
$$1 \times 8 + 1 = 9$$
$$12 \times 8 + 2 = 98$$
$$123 \times 8 + 3 = 987$$
$$1234 \times 8 + 4 = 9876$$
$$12345 \times 8 + 5 = 98765$$
$$123456 \times 8 + 6 = 987654$$
$$1234567 \times 8 + 7 = 9876543$$
$$12345678 \times 8 + 8 = 98765432$$
$$123456789 \times 8 + 9 = 987654321$$

16. — Trovare alcune coppie di numeri di due cifre tali che moltiplicati fra loro diano prodotti costituiti dalle stesse quattro cifre.

Esempi: $35 \times 41 = 1435$; $27 \times 81 = 2187$; $93 \times 15 = 1395$.

17. — Problema analogo al precedente con numeri di tre cifre.

Esempi: $465 \times 831 = 386415$.

$381 \times 969 = 369189$ $\quad$ $336 \times 951 = 319536$
$201 \times 627 = 126027$ $\quad$ $701 \times 167 = 117067$
$255 \times 807 = 205785$ $\quad$ $317 \times 461 = 146137$

IL CANTINIERE INFEDELE

Il signor Candido (vedete predestinazione dei nomi!) ha fatto fare nella sua cantina un casellario per bottiglie costituito da nove caselle formanti un quadrato; la casella centrale è destinata

a ricevere le bottiglie vuote provenienti dal consumo delle 60 piene che egli ha collocato nelle altre caselle, sei in ciascun angolo e nove nelle caselle di mezzo, sì che sapeva di avere 21 bottiglie per ogni lato del quadrato. Senonchè il cantiniere infedele vendette 4 delle bottiglie e dispose le rimanenti 56 in modo che la somma su ciascun lato risultava sempre di 21, riuscendo così a trarre in inganno il signor Candido che credette in una semplice trasposizione delle sue bottiglie.

Visto che il tiro passava liscio, il cantiniere pensò di asportare altre 4 bottiglie, e ripetè il gioco tante volte fino a che non

6	9	6
9		9
6	9	6

Fig. 333.

7	7	7
7		7
7	7	7

Fig. 334.

8	5	8
5		5
8	5	8

Fig. 335.

9	3	9
3		3
9	3	9

Fig. 336.

10	1	10
1		1
10	1	10

Fig. 337.

gli fu più possibile il ripeterlo senza che il numero delle bottiglie su ciascun lato risultasse inferiore a 21. Come dispose egli le bottiglie a ciascuna nuova sottrazione e di quante bottiglie riuscì a defraudare il padrone?

Basterà esaminare le figure 333 a 337 per comprendere tutta l'ingegnosità del cantiniere, ingegnosità che avrebbe potuto più convenientemente esplicare in un altro campo, con vantaggio della sua coscienza.... e del suo padrone, il quale avrebbe trovato, quando (troppo tardi!) gli riuscì di aprire per bene gli occhi, ben 16 bottiglie piene di più al suo attivo.

I GRANDI NUMERI

I.

È ormai ben noto che la pressione esercitata dalla massa dell'aria atmosferica sulla superficie del nostro globo corrisponde a kg. 1,033 per cmq. ossia a kg. 10.330.000.000 per kmq.

Essendo la superficie della Terra di circa 510 milioni di kmq. la pressione totale che l'aria esercita su di essa risulta di:

kg. 5.268.000.000.000.000.000.

II.

In quanti modi è possibile disporre i 28 pezzi del domino secondo la regola del gioco?

Questo problema fu risolto dal Dr. Reiss di Francoforte s/M e la soluzione fu pubblicata, dopo la sua morte, negli annali di matematica, a Milano, nel 1871.

Ne daremo soltanto il risultato finale facendo notare che in esso sono computate come soluzioni distinte le disposizioni rettilinee uguali da destra a sinistra e da sinistra a destra:

$$7.959.229.931.520 = 2^{13} \cdot 2^{8} \cdot 5 \cdot 7 \cdot 4231$$

sicchè le disposizioni veramente *differenti* sarebbero solamente la metà, ossia:

3.979.614.965.760

III.

Il calcolo del numero di parole *possibili* ad ottenersi con la combinazione delle 21 lettere dell'alfabeto, non è facile, dovendosi tener calcolo delle ripetizioni ammissibili e delle combinazioni compatibili con la pronuncia.

Si può essere però certi che non occorrerà mai d'introdurre nuove lettere nell'alfabeto per foggiare neologismi. Eppure, con tanta varietà possibile, abbiamo (e i francesi ci superano d'assai in questo) un buon numero di vocaboli a significato multiplo, come *oste, senso, verso,* ecc.

INDOVINARE L'ETÀ D'UNA PERSONA

Si facciano eseguire ad una persona i seguenti calcoli successivi sulla propria età:

1° Raddoppiare il giorno della nascita;
2° Aggiungere 4;
3° Moltiplicare per 50;
4° Aggiungere il numero ordinale del mese;
5° Moltiplicare per 100;
6° Sottrarre l'età che aveva nell'anno precedente;
7° Sottrarre il numero 19881 (1).

Quando tale persona avrà ottenuta questa ultima differenza, dovrà palesarla e da essa si dedurrà tosto la data voluta separandone le cifre per due, da destra verso sinistra. Il primo gruppo a sinistra (di una o di due cifre) indicherà il giorno del mese della nascita, il secondo il numero ordinale del mese, il terzo l'anno. Occorrerebbe conoscere prima il *secolo* perchè non si hanno che le 2 ultime cifre del millesimo; ma in pratica è facile cavarsi di impaccio!

Esempio: — Si tratti d'un individuo nato il 14 ottobre 1861 cioè il 14. 10. 61; ecco ordinatamente i risultati delle varie operazioni indicate:

1° $2 \times 14 = 28$
2° $28 + 4 = 32$
3° $32 \times 50 = 1600$
4° $1600 + 10 = 1610$
5° $1610 \times 100 = 161000$
6° $161000 - 58 = 160942$
7° $160942 - 19881 = 141061$.

Si ha dunque: 14. 10. 61 che è appunto la data cercata.

---

(1) Questo numero non è *fisso*; esso corrisponde all'anno 1920 nel quale abbiamo supposto si sia eseguito questo gioco. Per l'anno 1921 esso dovrebbe essere 19880 e così via, diminuendo sempre di una unità per ciascun anno.

LA LUMACA E IL PALO

Una lumaca che s'intende di distanze e di abaco, come si conviene ad un animale tanto posato, deve salire in cima ad un muro alto 7 metri, per passare da un orto in un altro.

Naturalmente sceglie la direzione più breve cioè la verticale, ma per un suo capriccio sale ogni giorno di tre metri, e ridiscende nella notte per due metri; cosicchè, in sostanza, non progredisce verso la sua mèta che di un metro al giorno.

Si vorrebbe sapere in quanti giorni arriverà in cima al muro....

Varii Lettori: in sette giorni!

Adagio dico io, e.... tanti altri: in *cinque* soli!

IL COSTO DELL'ANELLO

Un anello d'oro pesa 5 grammi con un granato incastonato. Il valore dell'oro è di 4 lire per gramma e quello del granato di 10 lire per gramma. Il costo dell'anello con la gemma è di 24 lire. Determinare il peso dell'oro e del granato.

La soluzione, facilissima, dà $4\frac{1}{3}$ per l'oro e $\frac{2}{3}$ pel granato.

UNA SPARTIZIONE ORIGINALE

I contadini hanno talvolta, seppure illetterati, delle trovate ingegnose. La seguente ne è un esempio e si può perdonarle il difetto di rigore.... e che difetto!

Un contadino, dunque, voleva spartire fra i suoi tre figlioli 17 pecore, ma si era incaponito di darne metà al primogenito, il terzo al secondo e un nono al più giovane, e, notate bene, non voleva dare che pecore vive. Visto, dopo lunga meditazione, che non poteva dividere il 17 per metà senza ammazzare una pecora, ricorse ad un amico e se ne fece prestare una. Avute così 18 pecore procedette alla spartizione dandone rispettivamente 9, 6 e 2 ai suoi tre figli; dopo di che restituì la pecora all'amico, soddisfatto e convinto di avere risolto l'arduo problema impostosi. Lasciamolo con la sua convinzione, e notiamo, di passata, che quel contadino viveva nei tempi antichi quando non si andava ancora a scuola.

I QUADRATI MAGICI

Sotto questo nome s'intende la disposizione di una serie di numeri in progressione aritmetica nelle caselle d'uno scacchiere in modo che sommati per *colonne*, per *righe* o per *diagonali* diano sempre un'egual somma.

Esempio (fig. 338):

Per colonne $6 + 7 + 2 = 1 + 5 + 9 = 8 + 3 + 4 = 15$.
Per righe $6 + 1 + 8 = 7 + 5 + 3 = 2 + 9 + 4 = 15$,
Per diagonali $6 + 5 + 4 = 2 + 5 + 8 = 15$.

La serie dei numeri di questo quadrato comincia dall'1 ed è in progressione aritmetica con *ragione* 1; cioè è la serie dei primi

6	1	8
7	5	3
2	9	4

Fig. 338.

20	5	26
23	17	11
8	29	14

Fig. 339.

9 numeri naturali. Nell'esempio della figura 339 si ha invece una progressione aritmetica che comincia con un numero qualunque 5 ed ha una ragione qualunque 3. La somma costante in questo esempio è 51, triplo del numero centrale 17.

Possiamo proporci il problema contrario, che diremo del quadrato *antimagico*, in cui le somme per colonne, diagonali, e righe siano tutte *disuguali*, come nei seguenti esempi:

1	4	2
3	6	7
5	9	8

Fig. 340.

3	2	5
8	1	4
9	6	7

Fig. 341.

6	7	5
2	1	3
4	9	8

Fig. 342.

Quest'altro esempio si ottiene col *salto del cavallo* (scacchi), partendo da uno dei vertici, e mettendo il 9 al centro:

1	4	7
6	9	2
3	8	5

Fig. 343.

Esempio per un quadrato di 16 caselle:

1	6	12	14
4	9	2	7
15	13	5	16
10	3	8	11

Fig. 344.

10	7	14	16
11	4	9	2
8	1	6	13
5	12	3	15

Fig. 345.

Si possono comporre quadrati magici con numeri in progressione *geometrica* (fig. 346). In tal caso non è però più la *somma* dei numeri in colonne, righe e diagonali che deve dare un numero costante, bensì il loro *prodotto*. In questo esempio tale prodotto costante è $64 \times 2 \times 256 = 32768$, che è il cubo del numero centrale 32.

64	2	256
128	32	8
4	512	16

Fig. 346.

A	G	E
D	B	I
H	F	C

Fig. 347.

Non indicherò la teoria della formazione di questi quadrati che si può trovare nei libri che ne trattano in particolare. Ne ho trattato ampiamente anche nel mio « *Matematica dilettevole* » (2ª ediz.). Accennerò soltanto ad un mio tracciato *geometrico* per la formazione di quello di 9 caselle che costituisce un artifizio

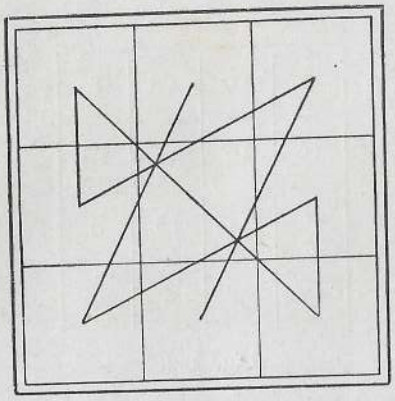


Fig. 348.

15	8	1	24	17
16	14	7	5	23
22	20	13	6	4
3	21	19	12	10
9	2	25	18	11

Fig. 349.

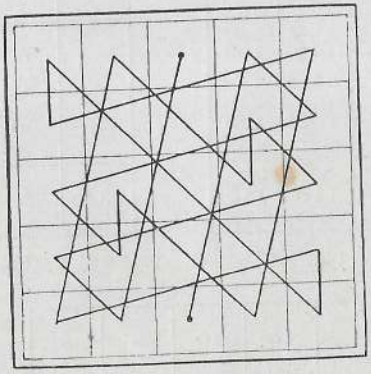


Fig. 350.

mnemonico assai utile. Si conduce una delle diagonali *A B C* (fig. 347), si uniscono i punti *D E F, G H I*, e poi *I C, D A*. Si ottiene in tal modo la fig. 349 che si può benissimo tracciare con tratto continuo nell'ordine *G H I C B A D E F*; se, mentalmente, seguiamo questo tracciato cominciando dal primo numero della

serie avremo formato il quadrato magico. La figura geometrica è assai più facile a ritenere che non qualsiasi regola aritmetica.

Il tracciato geometrico riesce però, nei quadrati più complessi assai complicato, nè avrebbe perciò alcun interesse mnemonico. La fig. 349 relativa al quadrato della fig. 350 ne è un esempio.

Nelle figure 351 a 356 abbiamo alcuni esempi di quadrati magici di 16 e di 36 caselle:

14	4	1	15
7	9	12	6
11	5	8	10
2	16	13	3

Fig. 351.

5	19	18	8
16	10	11	13
12	14	15	9
17	7	6	20

Fig. 352.

117	116	107	110
114	112	119	105
111	113	106	120
108	109	118	115

Fig. 353.

1	35	34	4
32	6	7	29
8	30	31	5
33	3	2	36

Fig. 354.

15	10	3	6
4	5	16	9
14	11	2	7
1	8	13	12

Fig. 355.

Si possono pure formare dei quadrati *diabolici*. La *diabolicità* consiste nel poter spostare per es. la prima colonna portandola ultima senza che ne risultino alterate le proprietà *magiche* del quadrato: lo stesso dicasi per lo spostamento d'una riga dal primo rango all'ultimo.

29	7	28	9	12	26
32	31	3	4	36	5
23	18	15	16	19	20
14	24	21	22	13	17
2	1	34	33	6	35
11	30	10	27	25	8

Fig. 356.

Potendosi ripetere tali spostamenti ne viene di conseguenza che si può far occupare ad un numero un posto qualsiasi nel quadrato. Nel quadrato della fig. 356 che appartiene appunto alla categoria dei *diabolici*, la somma 34 si può ottenere con ben 86 gruppi di quattro dei numeri che lo compongono come vedesi nel prospetto a pagina seguente.

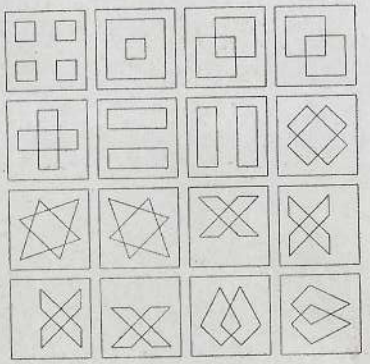


Fig. 357.

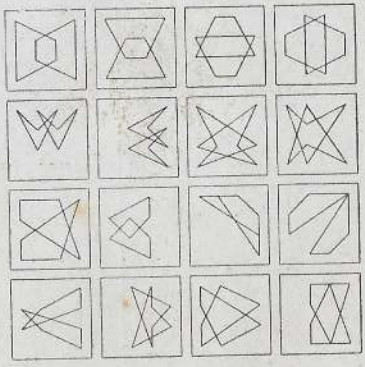


Fig. 358.

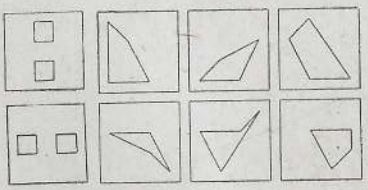


Fig. 359.

Nelle figure 357, 358, 359 sono rappresentati 70 di tali raggruppamenti geometrici *simmetrici* e 6 non simmetrici.

1	2	15	16
1	3	14	16
1	4	13	16
1	4	14	15*
1	5	12	16
1	5	13	15
1	6	11	16*
1	6	12	15
1	6	13	14
1	7	10	16
1	7	11	15
1	7	12	14
1	8	9	16
1	8	10	15
1	8	11	14
1	8	12	13*
1	9	10	14
1	9	11	13
1	10	11	12
2	3	13	16*
2	3	14	15
2	4	12	16
2	4	13	15
2	5	11	16
2	5	12	15*
2	5	13	14
2	6	10	16
2	6	11	15
2	6	12	14

2	7	9	16
2	7	10	15
2	7	11	14*
2	7	12	13
2	8	9	15
2	8	10	14
2	8	11	13
2	9	10	13
2	9	11	12
3	4	11	16
3	4	12	15
3	4	13	14
3	5	10	16
3	5	11	15
3	5	12	14
3	6	9	16
3	6	10	15*
3	6	11	14
3	6	12	13
3	7	8	16
3	7	9	15
3	7	10	14
3	7	11	13
3	8	9	14
3	8	10	13
3	8	11	12
3	9	10	12
4	5	9	16*
4	5	10	15

4	5	11	14
4	5	12	13
4	6	8	16
4	6	9	15
4	6	10	14
4	6	11	13
4	7	8	15
4	7	9	14
4	7	10	13
4	7	11	12
4	8	9	13
4	8	10	12
4	9	10	11
5	6	7	16
5	6	8	15
5	6	9	14
5	6	10	13
5	6	11	12
5	7	8	14
5	7	9	13
5	7	10	12
5	8	9	12
5	8	10	11*
6	7	8	13
6	7	9	12*
6	7	10	11
6	8	9	11
7	8	9	10

I gruppi * corrispondono alle colonne, righe e diagonali (10 gruppi).

IL DOMINO MAGICO

Si possono disporre i pezzi del gioco di domino in quadrati magici, cioè tali che la somma dei punti d'ogni pezzo addizionata con quella dei pezzi situati nella stessa colonna, riga o diagonale sia costante. Ciò può farsi in varii modi dei quali ne indicherò alcuni, denotando con 01 il *bianco* e *uno* e così via.

03	26	01
02	40	06
16	00	05

Fig. 360. - Somma 12.

13	36	11
12	14	16
26	01	15

Fig. 361. - Somma 15.

13	55	01
11	05	44
45	00	15

Fig. 362. - Somma 15.

34	02	45
26	33	31
21	55	05

Fig. 363. - Somma 18.

33	56	13
23	34	36
46	03	35

Fig. 364. - Somma 21.

34	66	14
24	44	64
56	04	54

Fig. 365. - Somma 24.

05	66	61
46	62	60
63	04	65

Fig. 366. - Somma 24.

I quadrati delle fig. 367 e 368 sono *diabolici*.

12	13	03	26
02	36	11	14
15	01	06	05
25	04	16	00

Fig. 367. - Somma 18.

11	32	61	45	40
62	46	00	21	24
01	31	52	63	33
44	41	34	02	05
35	03	06	22	51

Fig. 368. - Somma 27.

TRIANGOLI MAGICI

I. Dati sei numeri in progressione aritmetica disporli sui vertici e nel mezzo dei lati d'un triangolo in modo che diano somme uguali su ciascun lato.

Esempio	I	Somma	9	Fig.	369
»	II	»	10	»	370
»	III	»	11	»	371
»	IV	»	12	»	372

Osservazione. — I. Si è detto che i numeri debbano essere in progressione aritmetica; sulla base degli esempi dati si possono quindi disporre altri numeri come per es. quelli della progres-

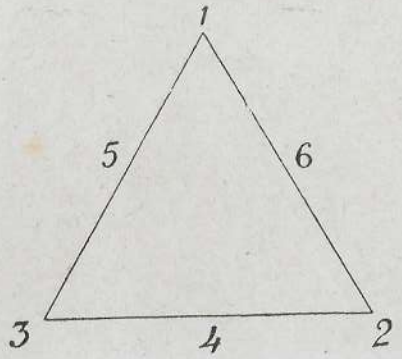


Fig. 369.

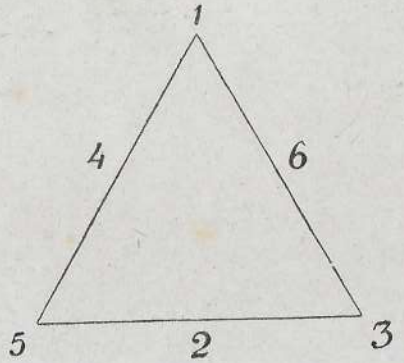


Fig. 370.

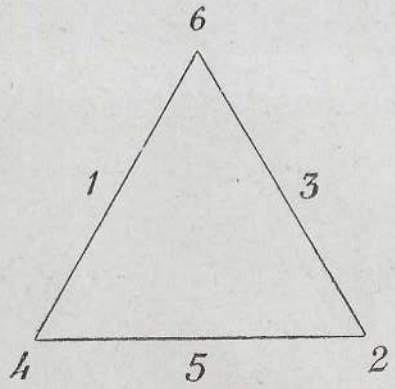


Fig. 371.

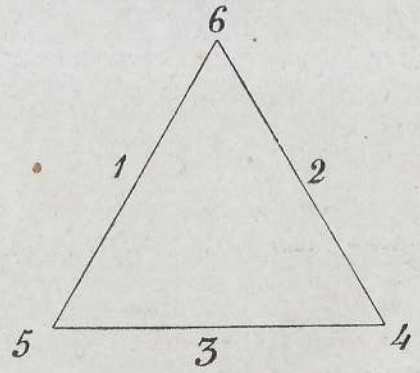


Fig. 372.

sione aritmetica 5 — 8 — 11 — 14 — 17 — 20, ottenendo la fig. 373 (somma 33), ecc.

II. Dati 9 numeri in progressione aritmetica, per es. i numeri ordinarii dall'1 al 9, disporne uno a ciascun vertice d'un trian-

golo e gli altri due a due su ciascun lato in modo da avere coi *quattro* numeri di ciascun lato la medesima somma. Fig. 374 (somma 19) — Fig. 375 (somma 20) — Fig. 376 (somma 21).

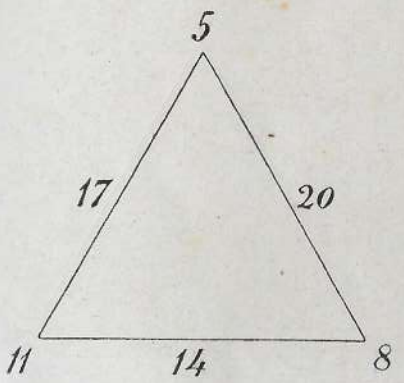


Fig. 373.

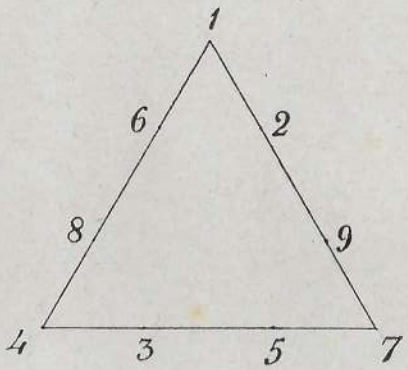


Fig. 374.

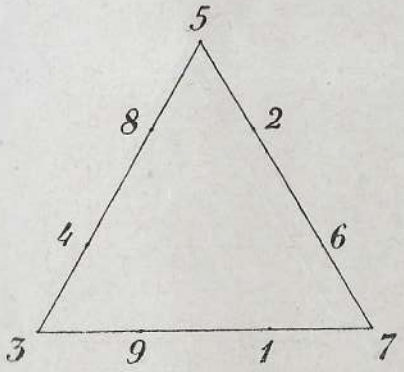


Fig. 375.

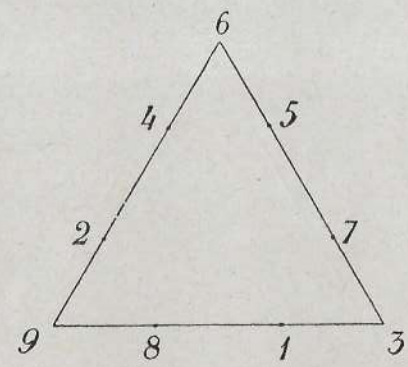


Fig. 376.

Le soluzioni, pei medesimi dati, sono molte, poichè trattasi di problemi *indeterminati*. Nè sarebbe difficile estendere lo studio di queste disposizioni a più di 4 numeri per lato.

STELLE MAGICHE

I.

Furono studiate, oltre ai quadrati, altre figure *magiche*, sia piane che solide. Nella stella magica di 6 punte indicata nella

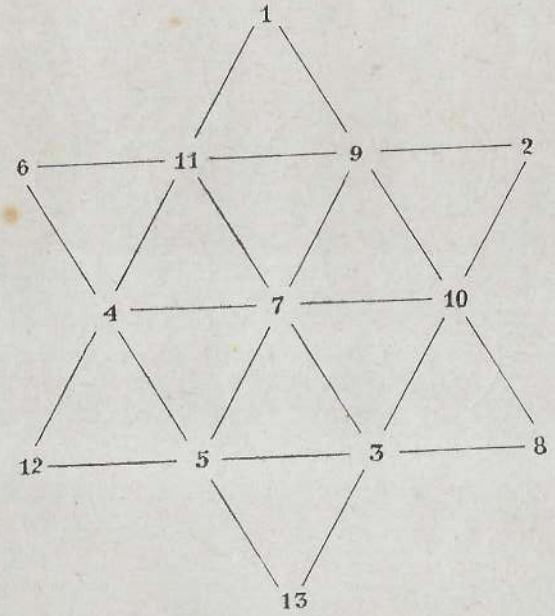


Fig. 377.

figura 377 la dispozione dei 13 numeri è tale che si verificano varie proprietà caratteristiche delle quali accennerò le principali:

1° Le somme $1+13$; $2+12$; $8+6$ sono uguali a 14 cioè al doppio del numero centrale 7.

2° Le somme $1+7+13$; $2+7+12$; $8+7+6$; $9+7+5$; $10+7+4$; $3+7+11$; $1+8+12$; $2+6+13$ sono tutte uguali a 21 che è il triplo del numero centrale 7.

3° Le somme delle cifre poste ai vertici dei sei triangoletti equilateri che formano le punte della stella sono esse pure uguali a 21.

4° Le somme $1+9+10+8$, $1+11+4+12$, $2+9+11+6$, $2+10+3+13$, $8+3+5+12$, $13+5+4+6$, sono tutte uguali a 28 che è il quadruplo del numero centrale 7.

5° $2+11+12+3 = 1+10+13+4 = 6+9+8+5 = 28 = 4 \times 7$.

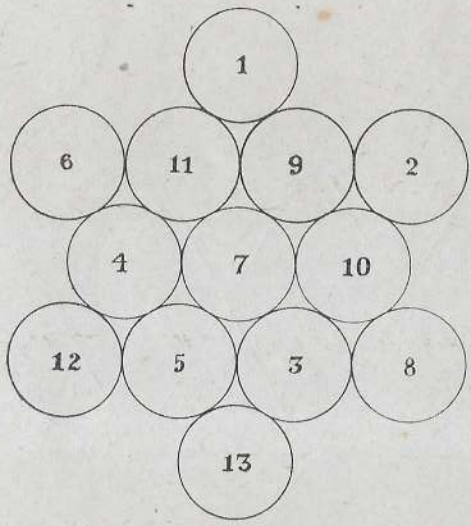


Fig. 378.

6° Così pure $4+5+10+9 = 5+3+9+11 = 3+10+11+4 = 4 \times 7$.

7° Le somme $4+7+10+1+13$; $5+7+9+6+8$; $3+7+11+2+12$ sono uguali a 5×7.

8° Le somme $1+2+8+13+12+6$; $9+10+3+5+4+11$ sono uguali a $42 = 6 \times 7$.

9° Le somme $6+4+11+7+10+8+3$; $1+9+11+7+3+13+5$; $2+9+10+7+5+12+4$ sono uguali a 7×7.

10° Le somme $1+11+4+5+13+3+10+9$; $2+9+11+4+12+5+3+10$; $6+4+5+3+8+10+9++11$ sono uguali ad 8×7.

11° Altre somme uguali:

$1+11+4+12+5+3+8+10+9=2+9+11+6++4+5+13+3+10=63=9\times7$.

12° $1\times9+1\times11+11\times9=3\times5+3\times13+5\times13$.
$2\times9+2\times10+9\times10=4\times5+4\times12+5\times12$.
$8\times10+8\times3+3\times10=6\times4+6\times11+4\times11$.

La figura 378 indica un modo spiccio di comporre questa stella magica coi numeri della Tombola.

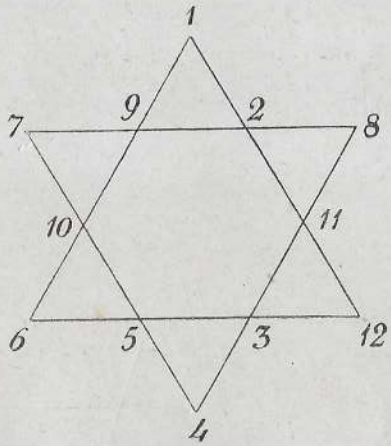


Fig. 379.

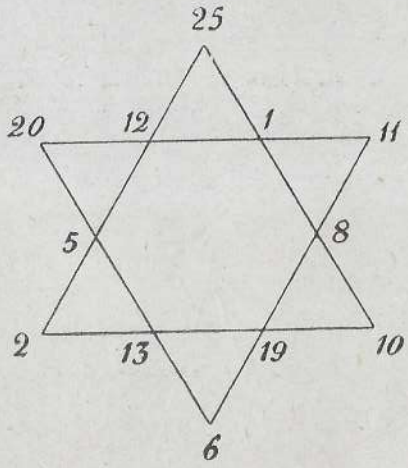


Fig. 380.

Volendo disporre i primi 12 numeri ai vertici d'una stella di 6 punte in modo che la somma dei gruppi di quattro di essi in linea retta sia costante, basterà disporli come nella figura 379 dove la somma costante è 26, o come nella figura 380, dove detta somma è 44.

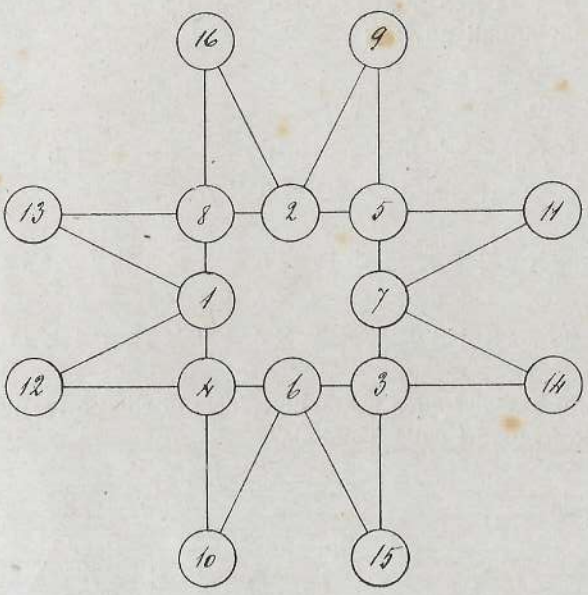


Fig. 381.

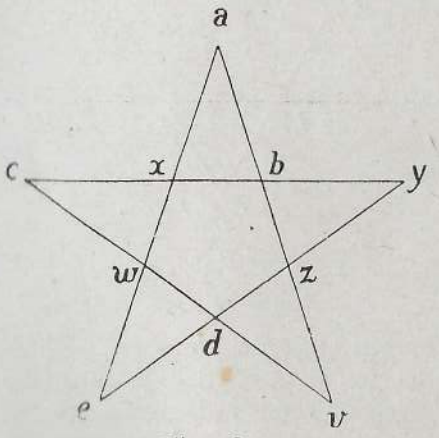


Fig. 382.

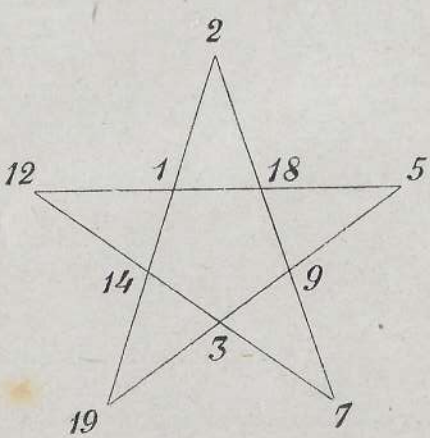


Fig. 383.

III.

Nella stella di 8 punte della figura 381 i numeri dall'1 al 16 sono distribuiti in modo da avere la somma 39 per gruppi di 5, in quattro maniere:

$$16 + 8 + 1 + 4 + 10 = 39$$
$$9 + 5 + 7 + 3 + 15 = 39$$
$$13 + 8 + 2 + 5 + 11 = 39$$
$$12 + 4 + 6 + 3 + 14 = 39$$

IV.

Dati 5 numeri in 5 vertici d'un pentagono stellato (fig. 382), per es., in *a, b, c, d, e*, cioè in modo che mai se ne trovino tre sulla stessa retta, trovare altri 6 numeri che opportunamente situati negli altri 5 vertici diano per ciascun lato del pentagono stellato una somma costante stabilita. È superfluo aggiungere che questa somma, dipendentemente dai primi 5 numeri dati, non potrà essere inferiore ad un certo numero.

Esempio (fig. 383). — Dati i numeri 2, 18, 12, 3, 19 e la somma 36, gli altri numeri dovranno essere 1, 5, 9, 7, 14.

RETICOLATI MAGICI

I.

Disporre nei punti di intersezione delle rette componenti la figura 384, sedici numeri tali e così distribuiti da avere sempre la somma 45 addizionando le terne disposte sulla stessa retta.

Le figg. 384 e 385 danno due soluzioni del problema con somme rispettivamente di 45 e 75.

II.

Sulla figura 386 disporre 16 numeri nei punti d'intersezione delle rette che la compongono, tali e così disposti da avere una data somma costante p. es. 60, per le quaterne poste nelle diagonali e nelle trasverse a croce. — La fig. stessa dà una soluzione del problema.

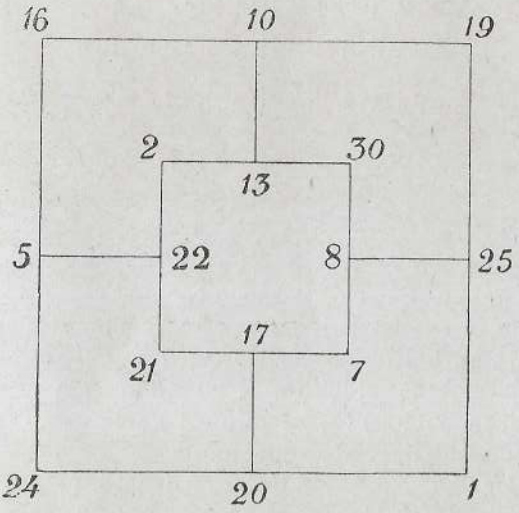


Fig. 384.

III.

Disporre 24 numeri diversi in ciascuno dei punti d'intersezione delle rette componenti la figura 387, in modo che sommando le terne di numeri situati su di uno stesso segmento di retta si abbia una somma costante data. — È un problema che, senza l'aiuto dell'algebra, presenta qualche difficoltà.

Esempio. — Sia 62 la somma stabilita: sulla fig. 387 si ha una soluzione del problema. Le terne di numeri che hanno per somma 62 sono 20.

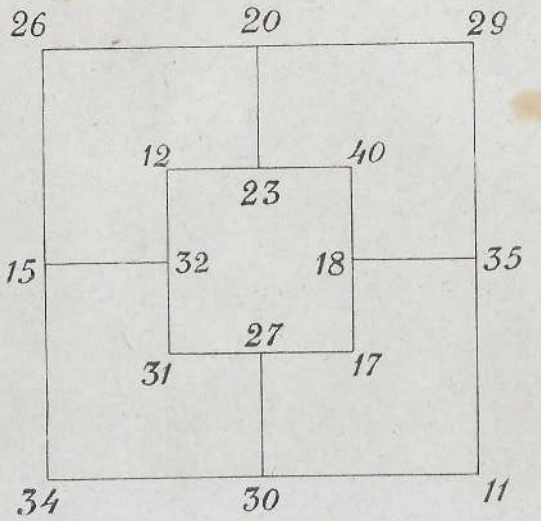


Fig. 385.

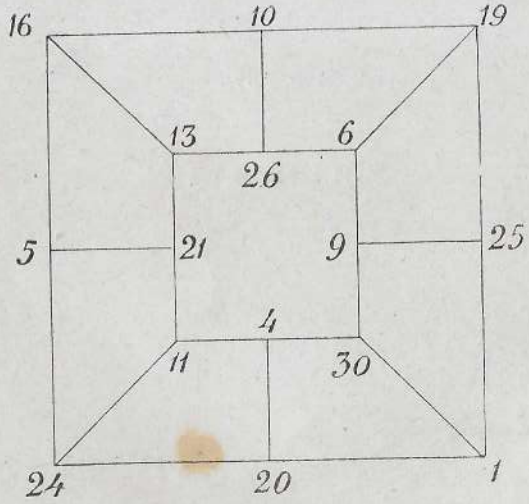


Fig. 386.

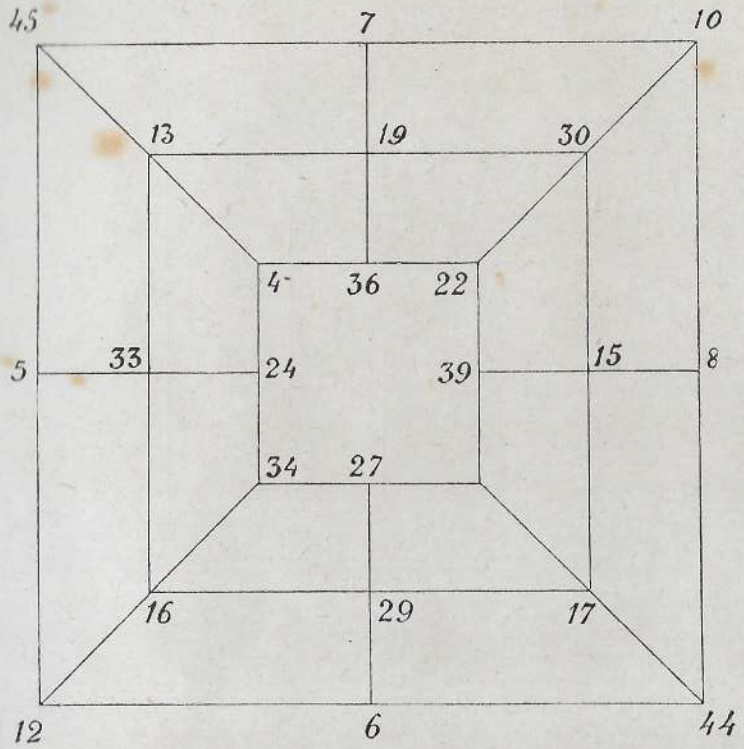


Fig. 387.

I SOLIDI MAGICI

I.

Dato un tetraedro disporre un numero in ciascuno spigolo, ed uno al mezzo di ciascuna faccia (tutti numeri diversi fra loro) in modo che per ogni faccia venga ad aversi una data somma fissa addizionando il suo numero di centro con gli altri tre che le stanno ai vertici.

Il problema *generale* così esposto, non è tanto semplice, e può ammettere o molte soluzioni o nessuna a seconda delle condizioni stabilite. Mi limiterò a dare un paio di esempi.

Stabiliamo che gli 8 numeri occorrenti siano quelli dall'1 all'8 e che i primi quattro siano disposti agli spigoli del tetraedro; come disporre gli altri? (fig. 388).

Si dovrà porre il 5 sulla faccia di base; il 6 sulla faccia 1, 3, 4; il 7 sulla faccia 1, 2, 4, e l'8 sulla faccia 1, 2, 3, in modo cioè da avere 14 come somma dei quattro numeri d'ogni faccia.

Si possono disporre agli spigoli i numeri 1, 3, 4, 6, e sulle facce i numeri 8, 10, 11, 13 in modo che la somma risulti 21 su ciascuna faccia.

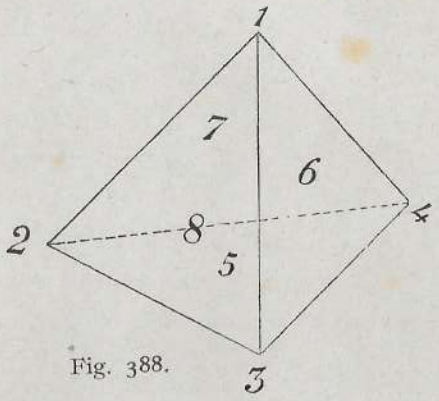


Fig. 388.

II.

Sempre nel tetraedro, disponiamo numeri diversi in ciascuno dei quattro spigoli e al mezzo di ciascuna delle sei costole, proponendoci di ottenere per ciascuna costola sempre la medesima somma.

Anche qui lascerò la teoria e darò un esempio (fig. 389) con somma 18, osservando che il problema è possibile solo quando la somma dei dieci numeri da collocare sia *pari*.

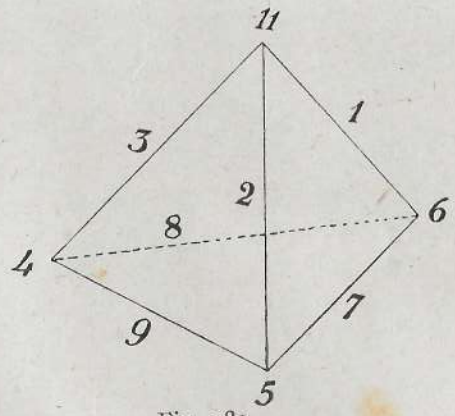


Fig. 389.

III.

Mettiamo ora un numero su ciascuno spigolo, uno al mezzo di ciascuna faccia, cioè in totale 14 numeri e proponiamoci sempre di avere la medesima somma coi 7 numeri di ciascuna faccia.

Esempio I. — Spigoli: 1 — 2 — 3 — 4

Costole: 1 — 10 — 2; 1 — 5 — 3; 1 — 7 — 4; 2 — 8 — 3; 2 — 6 — 4; 3 — 11 — 4.

Facce: 1 — 10 — 2 — 8 — 3 — 5 — **14**
1 — 5 — 3 — 11 — 4 — 7 — **12**
1 — 7 — 4 — 6 — 2 — 10 — **13**
2 — 8 — 3 — 11 — 4 — 6 — **9**

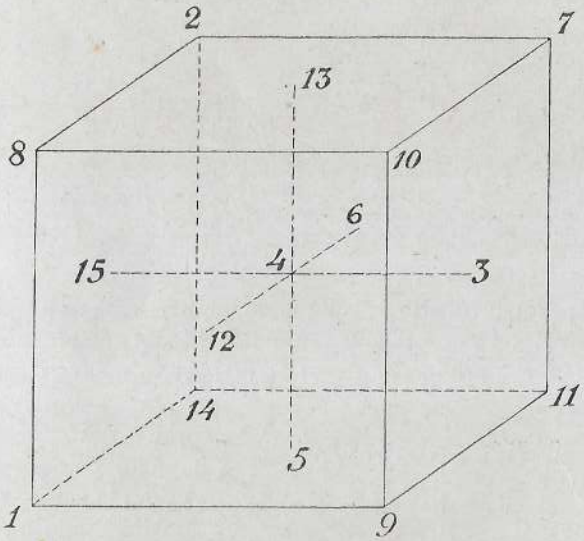


Fig. 390.

Esempio II. — Spigoli: 5 — 9 — 12 — 14.

Costole: 5 — 11 — 9; 5 — 3 — 12; 5 — 7 — 14; 9 — 8 — 14; 9 — 2 — 12; 12 — 4 — 14.

Facce: 5 — 11 — 9 — 2 — 12 — 3 — **13**
5 — 3 — 12 — 4 — 14 — 7 — **10**
5 — 7 — 14 — 8 — 9 — 11 — **1**
9 — 2 — 12 — 4 — 14 — 8 — **6**.

IV.

Dato un cubo disporre i numeri dall'1 al 15 in questi punti di esso: spigoli (n. 8), centri delle facce (6) e centro del cubo (1) in modo che risulti costante la somma di 5 di essi presi in questi modi: 1° su ciascuna faccia, 2° sui quadrati che si possono formare prendendo come vertici i centri di quattro facce. Esaminando la fig. 361 si trova che la somma costante 40 si ha con:

$2+7+10+8+13$ $\quad$ $2+7+11+14+6$

$2+8+1+14+15$ $\quad$ $9+10+7+11+3$

$9+10+8+1+12$ $\quad$ $9+1+14+11+5$

$5+6+13+12+4$ $\quad$ $5+3+13+15+4$

$3+6+15+12+4$

UN PO' DI GEOMETRIA

IL TEOREMA DI PITAGORA

1. — Questo teorema, il più noto della geometria, consiste nell'essere il quadrato fatto sull'ipotenusa di un triangolo rettangolo equivalente alla somma dei quadrati fatti sui cateti. Eccone una dimostrazione semplicissima.

Siano (fig. 391) i due quadrati $C\,C'$, $A\,A'$; si faccia $A\,B = C\,D$ ed $A'\,E = C\,D$; quindi si conducano le rette che in figura sono punteggiate. Risulta evidente che il quadrato $B\,F\,E\,D$ costrutto sull'ipotenusa $B\,F$ del triangolo rettangolo $A\,B\,F$ equivale alla somma dei due quadrati $C\,C'$, $A\,A'$ costrutti sui cateti, poichè i triangoli: $B\,C\,D$, $A\,B\,F$, $E\,F\,A'$, $E\,D\,C'$ sono uguali fra loro.

Si può trasformare questa dimostrazione geometrica in questa proposizione: Data la figura $A\,F\,A'\,C'\,D\,C$ trasformarla in un quadrato con *due* colpi di forbice. Le direzioni dei due tagli saranno $B\,F$ e $B\,D$, e si dovranno trasportare rispettivamente i triangoli $A\,B\,F$ e $B\,C\,D$ in $A'\,E\,F$ ed $E\,C'\,D$, il che può farsi per semplice *rotazione* attorno ai punti F e D.

2. — Si può anche dimostrare il teorema di Pitagora in quest'altro modo (fig. 392). Si tracci la figura a sinistra, si scomponga

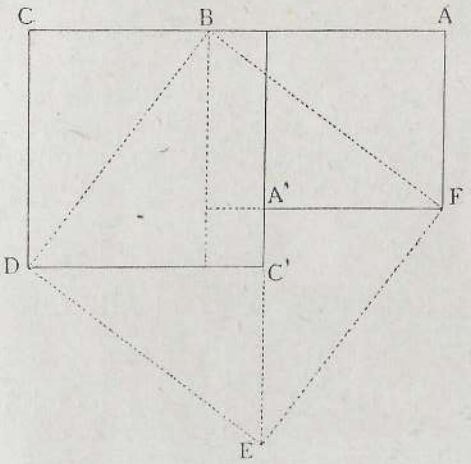


Fig. 391.

e coi pezzi si ricomponga la figura a destra. Risulterà evidente essere il quadrato *tratteggiato* grande equivalente alla somma dei piccoli tratteggiati a destra, ecc.

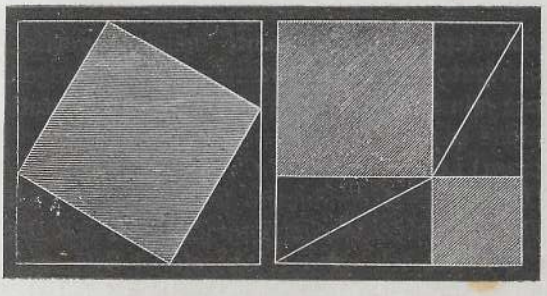


Fig. 392.

3. — Abbiasi un quadrato di cartoncino $A\,B\,C\,D$ (fig. 393). Uniamo un punto qualsiasi E d'un suo lato $A\,D$ col vertice B e conduciamo le perpendicolari $A\,F$, $C\,G$ alla $B\,E$. Scomponiamo poi il quadrato nei tre pezzi X, Y, Z, coi tre tagli di forbici $B\,F$, $A\,F$, $C\,G$. Con tali pezzi ricomponiamo quindi una figura come la

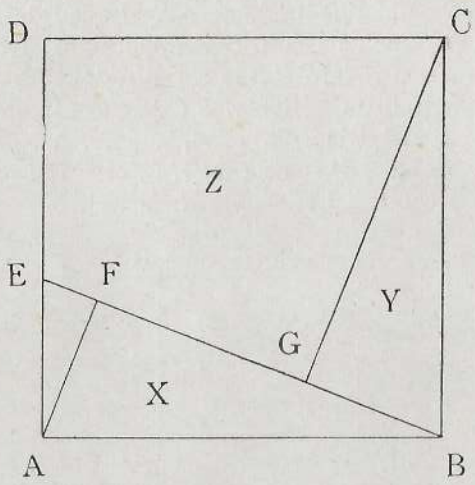


Fig. 393.

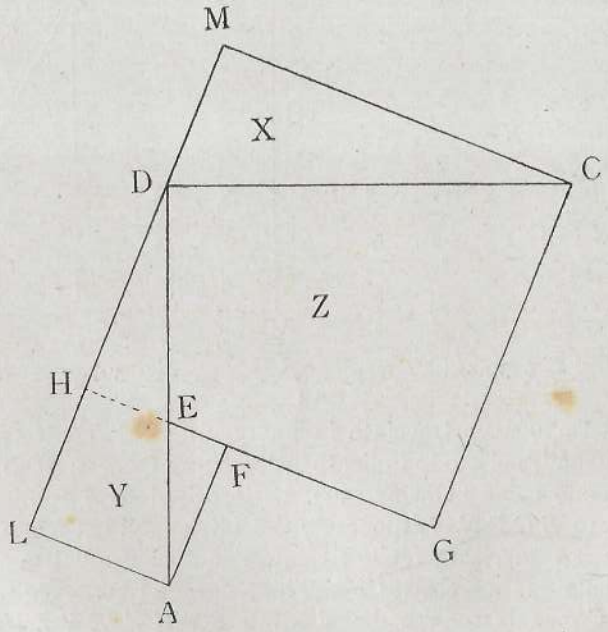


Fig. 394.

fig. 394, sovrapponendo cioè il triangolo X al quadrilatero $C\,D\,E\,G$ in modo che $A\,B$ coincida con $D\,C$ e applicando il triangolo Y col vertice C in D ed il lato $C\,B$ sulla direzione di $E\,D$. Evidentemente il quadrato primitivo $A\,B\,C\,D$ che sarebbe costrutto sull'ipotenusa $A\,B$ del triangolo rettangolo X, è equivalente ai due quadrati della fig. 394, cioè $C\,M\,H\,G$, $A\,F\,H\,L$ costrutti rispettivamente sui cateti del triangolo X medesimo.

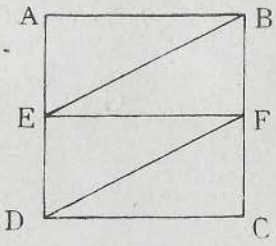


Fig. 395.

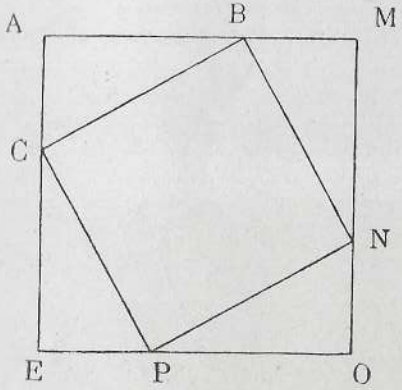


Fig. 396.

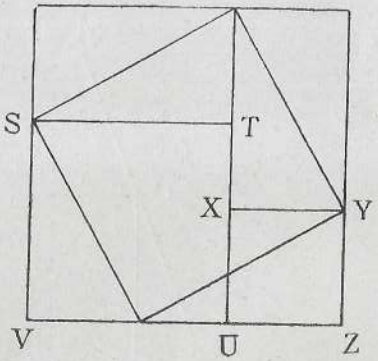


Fig. 397.

4. — Dopo aver tracciato in un quadrato $A\,B\,C\,D$ quattro triangoli uguali, nel modo indicato nella figura 395, si tagliano e si dispongono come nella fig. 396. Le loro ipotenuse formeranno un quadrato $B\,C\,P\,N$. Disponendo poi i triangoli nel modo indicato nella fig. 397, sarà facile rilevare l'equivalenza del quadrato $B\,C\,P\,N$ della fig. 396 costrutto sull'ipotenusa del triangolo rettangolo $A\,B\,C$, con la somma dei quadrati $S\,T\,U\,V$, $X\,Y\,Z\,U$ della fig. 397 costrutti rispettivamente sui cateti del triangolo stesso.

5. — *Dimostrato coi pezzi del domino.* — Basta osservare la fig. 398 per riconoscere come il numero dei piccoli *quadrati* compresi nei due quadrati fatti sui cateti del triangolo rettangolo, presi insieme, sia lo stesso di quelli contenuti nel quadrato grande costrutto sull'ipotenusa.

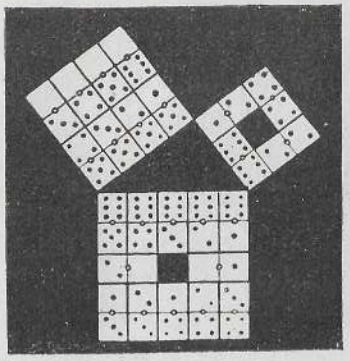


Fig. 398.

FIGURE GEOMETRICHE DI CARTA

Abbiasi un quadrato di carta; si tratta di costruire il triangolo equilatero e l'esagono regolare senza valersi d'alcun istrumento. Si comincia col piegare il quadrato in mezzo (fig. 399) secondo

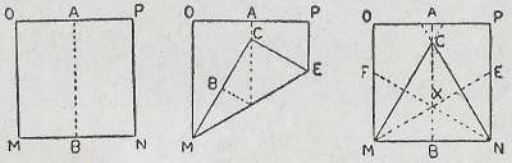


Fig. 399.

la linea punteggiata $A\,B$; si piega poi in un angolo in modo che il vertice N venga a cadere sulla retta mediana del quadrato, in C (fig. 399[2]). Segnato questo punto non si ha che a piegare la carta secondo $M\,C$ ed $N\,C$ (fig. 399[3]) per aver costruito il triangolo equilatero che ha per lato il lato del quadrato.

Volendo costruire l'esagono regolare si ritaglia nella carta il triangolo $M\,C\,N$; vi si fanno le piegature $M\,E$, $N\,F$ ed infine si piegano ancora i tre vertici sul centro di figura X. Si avrà allora un esagono regolare come si dimostra facilmente.

STELLA REGOLARE A CINQUE PUNTE

OTTENUTA CON UN SOL COLPO DI FORBICI IN LINEA RETTA

Abbiasi un foglio di carta da lettere doppio; lo si piega secondo $C\,D$ (n. 2), fig. 400, in modo che l'angolo $A\,C\,B$ risulti metà dell'angolo $B\,C\,D$. A ciò si riesce per tentativi; si ribatte poi l'angolo $A\,C\,B$ su $B\,C\,D$ come si vede nel (n. 3), ed infine l'angolo $D\,C\,A$ su $A\,C\,E$ come nel (n. 4).

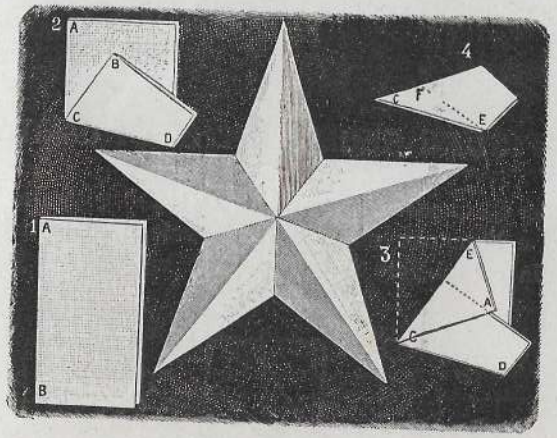


Fig. 400.

Non resta allora che tagliare la carta secondo la linea punteggiata, per ottenere una stella di cinque punte; essa riuscirebbe come quella in figura se $C\,F$ ed $E\,F$ fossero tra loro in un certo rapporto (circa 38 a 73); in generale gli angoli rientranti riusciranno più o meno ottusi e la stella avrà aspetti diversi a seconda dell'inclinazione che si sarà data alla retta $E\,F$ rispetto alla $C\,F$.

LA SOMMA DEGLI ANGOLI D'UN TRIANGOLO

Abbiasi un triangolo qualunque di carta *A E F*, fig. 401. Lo si piega prima secondo *A B*, poi secondo *C D* facendo coincidere *A* con *B*. Lo si distende ancora e si piega finalmente portando

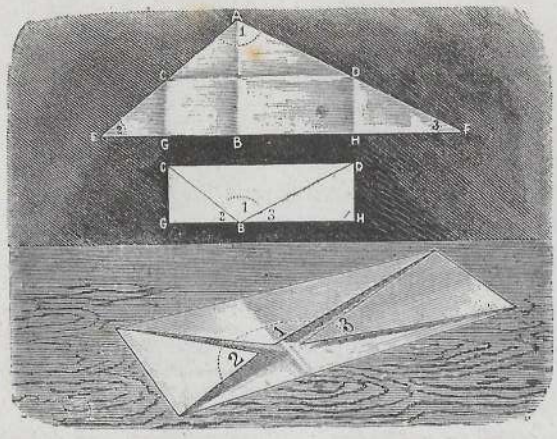


Fig. 401.

a coincidere i tre vertici *A C F* col punto *B* che sarebbe il piede dell'altezza sulla base. Si avrà allora la figura in basso, che fa vedere chiaramente come la somma dei tre angoli d'un triangolo qualunque sia uguale a due angoli retti.

IL PROBLEMA DEI PONTIERI

Una fortezza quadrata è circondata da un fossato di uniforme larghezza. Si tratta di costruire un ponte per attraversare il fosso servendosi di due travi lunghe quanto è largo il fossato stesso.

Il problema è stato risolto da tanto tempo e in un modo altrettanto ingegnoso quanto semplice, per cui mi dispenso dal descrivere particolareggiatamente la soluzione stessa, limitandomi a rappresentarla nella unita figura 402.

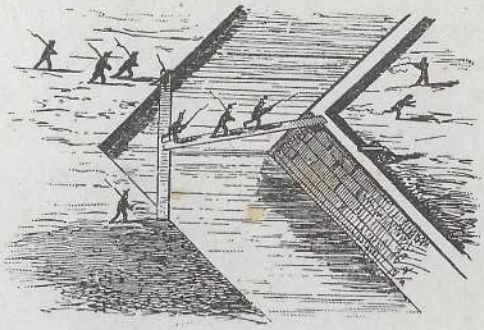


Fig. 402.

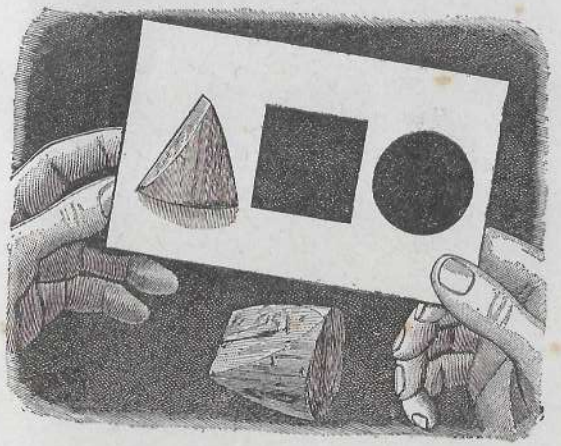


Fig. 403.

UN OTTURATORE A TRE USI

Si taglia un turacciolo di sughero alto quanto è il diametro; si taglia poi ancora a piano inclinato simmetricamente su due lati

come è indicato in figura. Così foggiato il pezzo di sughero potrà servire ad otturare fori di queste forme:

1° Circolare avente lo stesso diametro.

2° Quadrato di lato uguale allo stesso diametro.

3° Triangolo isoscele avente base ed altezza uguali essi pure al suo diametro (fig. 403).

ELLISSE

TRACCIAMENTO COL COMPASSO COMUNE

Il tracciamento dell'elisse non è possibile che per mezzo di compassi speciali di complicata costruzione. Si può nondimeno tracciarlo nel modo indicato nella fig. 404, stendendo cioè sopra

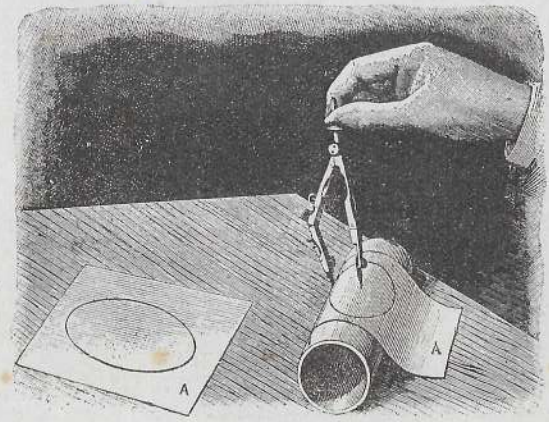


Fig. 404.

un cilindro a sezione circolare un foglio di carta sul quale si segna un tratto continuo con un compasso come si descriverebbe un circolo sulla carta posata su di un piano.

La curva che si ottiene non è altro che l'intersezione del cilindro dato, con una sfera avente per raggio l'apertura del compasso; infatti ogni punto della curva è equidistante dalla punta fissa del compasso, proprietà caratteristica dei punti della super-

ficie sferica. Quando si distende la carta, la curva apparisce sotto forma di ellisse.

L'ellisse può tracciarsi con un moto continuo col metodo detto dei giardinieri, abbastanza noto e che è descritto del § seguente.

COME SI TRACCIA UN OVALE

Si può tracciare, con tratto continuo, un bel contorno *ovale* (fig. 405), cioè con una estremità più ottusa dell'altra, fissando a piacere due spille sulla carta posata sulla tavoletta e servendosi d'un filo terminato da due cappii dei quali uno passato sopra una

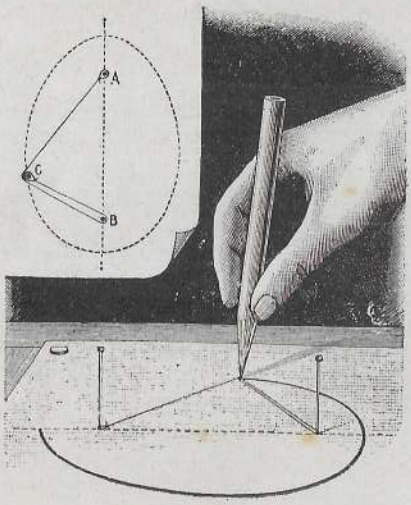


Fig. 405.

delle spille e l'altro attorno alla punta della matita che deve tracciare la curva; occorre però che il filo sia passato anche attorno all'altra spilla, ma senza cappio. Il tracciamento della curva è semplicissimo; non si ha che a tener sempre teso il filo.

Con procedimento analogo si traccia l'ellisse; tale metodo è detto dei giardinieri perchè è specialmente usata da essi pel tracciato delle aiuole, come pure dai pavimentatori, pittori, ebanisti,

fabbricanti di cornici, scatole, ecc. Per questo tracciato si passano i due cappii del filo ciascuno in una spilla e si procede nel modo suindicato.

Si possono descrivere in modo analogo all'ellisse dei giardinieri curve assai simili all'ellisse ma, a parità di *assi*, alquanto più rigonfie o più depresse della vera ellisse, operando nel modo indicato dalla fig. 406. Un filo fissato in A passa attorno alla punta

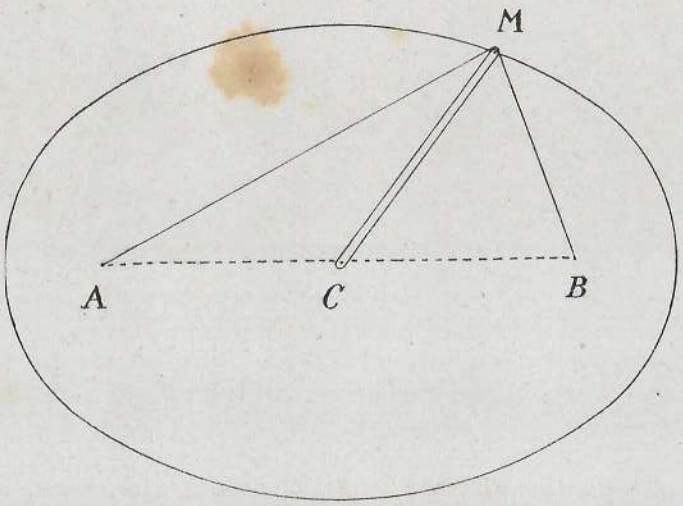


Fig. 406.

M che deve descrivere la curva, poi attorno ad un punto C, indi ancora alla punta M ed infine è fissato per l'altro capo ad un punto B situato sulla retta congiungente A con C, e tale che sia $B\,C = A\,C$.

Se la distanza $B\,C$ è diversa da $A\,C$ si ha un ovale simile a quello della fig. 405.

LA SPIRALE TRACCIATA COL FILO

Per tracciare una spirale alla spiccia, cioè senza ricorrere ai lunghi procedimenti ben noti, si prende un cilindro di legno A (fig. 407) di diametro uguale al quarto della distanza $R\,S$ fra le

spire della spirale che vuolsi ottenere. Su questo cilindro si avvolge un filo *B*, un'estremità del quale vi sarà fissata; all'altra estremità si attacca una matita od una punta. Basterà allora girare in modo da svolgere il filo tenendolo teso, per tracciare una regolarissima spirale.

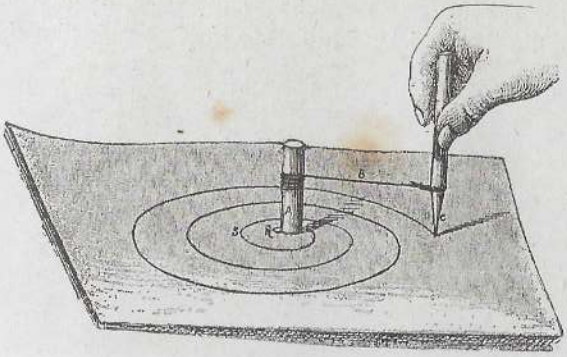


Fig. 407.

LA FUNAMBULA ALL' IPOCICLOIDE

In questa esperienza si applica un principio di geometria dei più strani. Se nell'interno d'una circonferenza si fa ruotare un circolo di metà diametro, un punto qualunque della circonferenza minore descriverà un diametro di quella maggiore (caso particolare dell'*ipocicloide*). Questa proprietà venne utilizzata in meccanica per trasformare il movimento circolare continuo in rettilineo alternativo, e noi ne trarremo profitto per far danzare la nostra equilibrista su di un filo.

Si tagliano in un pezzo di cartone (fig. 408), i due circoli, del diametro, ad esempio, di 30 e 15 cm. rispettivamente; si fissano due aghi da cucire nel cartone sul prolungamento di un diametro, e vi si fa passare un filo che si fissa al tavolo; i due aghi serviranno in pari tempo ad immobilizzare il cartone. Si pianta poi vicinissimo all'orlo del piccolo disco un altro ago uguale ai primi fissando alla cruna la danzatrice ritagliata in cartoncino.

Facendo allora rotolare il disco sulla circonferenza si osserverà che la cruna dell'ago percorre appunto il filo teso, che corrisponde ad un diametro della grande circonferenza.

Nel secondo giro del disco la danzatrice fa la sua corsa di ritorno voltata in senso opposto.

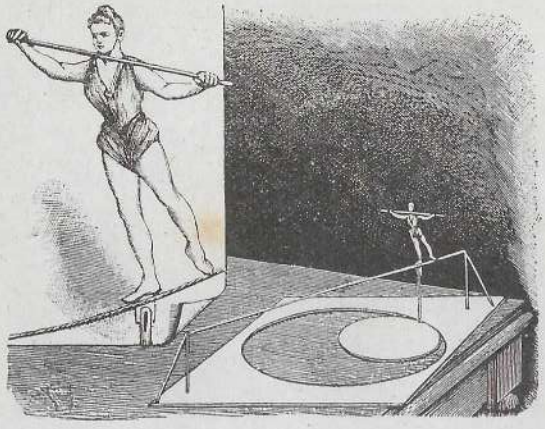


Fig. 408.

Osservazione. — Occorre che il disco piccolo rotoli sul grande senza *scorrimento*, cioè in modo che uno stesso punto della sua circonferenza venga a contatto una sola volta con la circonferenza grande nell'andata e una nel ritorno.

PERCORSI CONTINUI

Vi sarà occorso di vedervi proporre questo problema: Su una *data* figura geometrica, partire da un punto e percorrere in modo continuo, *senza ripetizioni*, tutti i tratti della figura. La soluzione è possibile o meno, dipendentemente dal fatto che certe condizioni si riscontrino o meno nella figura data. Quando si conosca la *regola* relativa a queste condizioni, sarà dunque facile rilevare a prima vista la possibilità o l'impossibilità di riuscire nell'intento. Con ciò si potranno evitare vani tentativi e, in pari tempo, mostrarsi più dotti di chi ha proposto la quistione — in via generale. Ora, la regola è semplicissima; val dunque la pena di impararla. Essa consiste in questo. In ogni figura geometrica del genere avremo un certo numero di *nodi* ossia di punti di con-

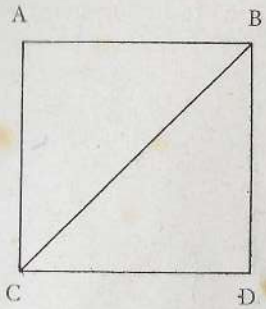


Fig. 409.

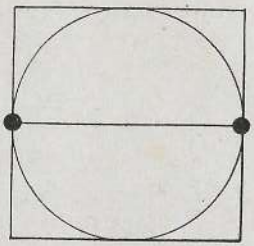


Fig. 410.

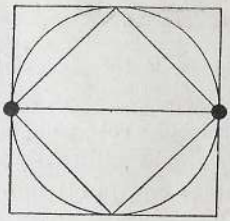


Fig. 411.

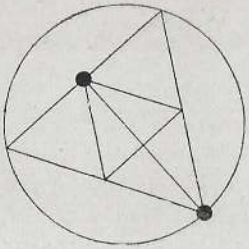


Fig. 412.

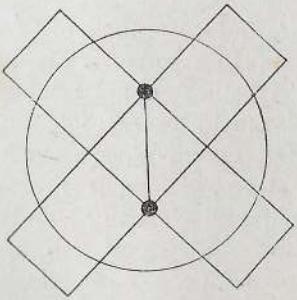


Fig. 413.

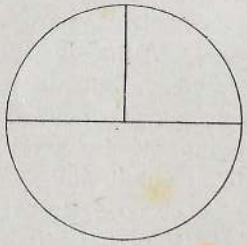


Fig. 414.

vergenza di varii tratti — rettilinei o curvilinei —. Così nella fig. 409 abbiamo quattro nodi *A*, *B*, *C*, *D*. In *A* e in *C* convergono *due* linee; in *B* e in *D* ne convergono *tre*. Diremo che *A* e *C* sono *nodi pari* e *B* e *D* sono *nodi dispari*. Il problema è *possibile* quando la figura non ha nodi dispari, oppure ne ha due soli. Se ha più di due nodi dispari non è possibile tracciarla tutta con moto continuo, senza ripetizioni.

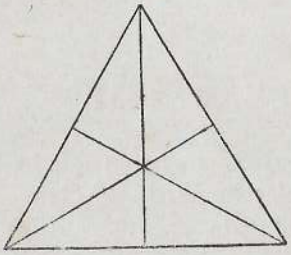


Fig. 415.

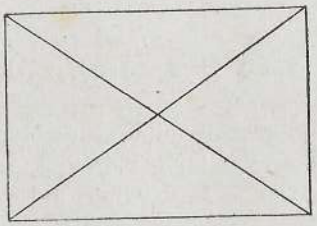


Fig. 416.

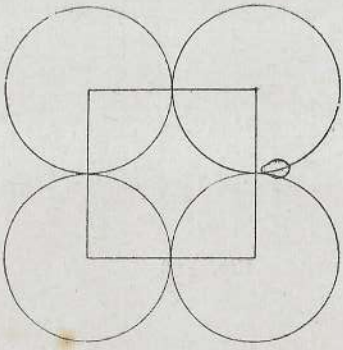


Fig. 417.

Quando il problema è possibile, lo è solamente in due modi, cioè *cominciando da uno dei due nodi dispari* se ve ne sono. Se i nodi sono tutti pari si può cominciare da uno di essi qualsiasi.

Cosicchè nel caso della figura *A B C D*, potremo riuscire partendo da *B*, oppure da *D*, ma non partendo da *A* o da *C*. Infatti potremo seguire la via *B A D B C D*, oppure *B A D C B D*, o *B D C B A D*, ecc. Oppure, partendo da *D*: *D B C D A B*, o *D C B A D B*, ecc. Purchè si parta da uno dei nodi dispari è in-

differente il seguire uno od altro percorso; terminerà sempre all'altro nodo dispari.

Ecco altri esempi di figure che diremo, per brevità, *possibili* o *impossibili*. I punti di partenza sono segnati in nero. *Possibili* sono: 410, 411, 412, 413, 417. *Impossibili*: 415 e 416.

Conoscendo la regola, si ha pure il vantaggio di poter combinare figure sempre diverse, mentre chi non la conosce deve limitarsi a quelle tradizionali.

IN CUI SI DIMOSTRA CHE 66 = 65!

Abbiasi un quadrato scomposto a scacchiera in 64 quadrelli uguali. Tagliamo questo quadrato in quattro parti, due trapezi e due triangoli, secondo le rette rinforzate della fig. 418.

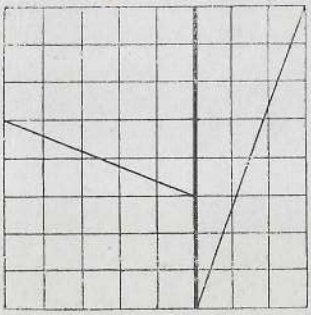


Fig. 418.

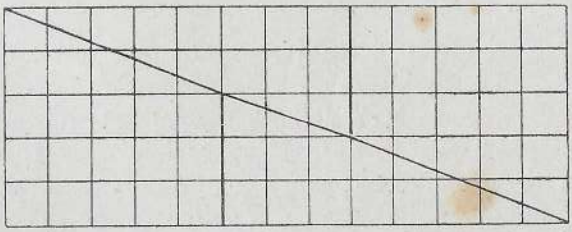


Fig. 419.

Componiamo con tali pezzi il rettangolo della seconda figura ed avremo dimostrato (?) che 64 = 65! Infatti, nulla avendo *tolto*

alla superficie del quadrato (che comprende 64 quadrelli) quello del rettangolo (che ne comprende $5 \times 13 = 65$) dovrà ad essa equivalere, d'onde appunto l'uguaglianza paralogistica fra il 64 ed il 65....

In fatto esiste uno spazio vuoto nel mezzo della figura ricomposta a rettangolo; esso ha forma di losanga, l'angolo dei cui lati è la differenza di due angoli le cui tangenti sono rispettivamente $\frac{2}{5}$ e $\frac{3}{8}$, per cui la tangente dell'angolo acuto della losanga sarà:

$$\frac{\frac{2}{5} - \frac{3}{8}}{1 + \frac{2}{5} \times \frac{3}{8}} = \frac{1}{46}$$

e quindi tale angolo è minore di 1°, 15′.

Per poter distinguere ad occhio un angolo così piccolo è indispensabile che le linee di divisione della prima figura siano straordinariamente tenui e che i pezzi siano ravvicinati con la massima cura.

Il paralogismo in questione dipende dalla relazione:

$$5 \times 13 - 8^2 = 1$$

Si perviene a risultati analoghi per mezzo delle formole:

$$13 \times 34 - 21^2 = 1$$
$$34 \times 89 - 53^2 = 1$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

od anche partendo dalle formole:

$$5^2 - 3 \times 8 = 1$$
$$13^2 - 8 \times 21 = 1$$
$$34^2 - 21 \times 55 = 1$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

I numeri 5, 8, 13,.... appartengono alla serie:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144,....

Fin dal XIII° secolo il matematico Fibonacci da Pisa aveva notato che in tale serie formata addizionando successivamente due termini consecutivi, la differenza fra il quadrato d'un termine qualunque e il prodotto dei due termini che lo comprendono è alternamente + 1 e — 1, come per esempio:

$$5^2 - 3 \times 8 = +1$$
$$8^2 - 5 \times 13 = -1$$
$$13^2 - 8 \times 21 = +1$$
$$21^2 - 13 \times 34 = -1$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

Possiamo quindi costruire figure del genere di quella ora studiata, dotate di maggiore *approssimazione paralogistica.*

Così, p. es., scomponendo un quadrato di 21 caselle di lato, ossia 441 di superficie, si otterrà il rettangolo di $13 \times 34 = 442$ caselle nel quale il quadrello della differenza sarà formato da una striscia assai più lunga e stretta che nel caso di 64 caselle. E l'approssimazione sarà tanto maggiore quanto più elevati saranno i termini della serie prescelti.

I TRE GIOIELLI

Mettete sul tavolo tre oggetti; per esempio: un *orologio*, un *anello* e una *spilla*, nonchè una pila di 24 gettoni.

Pregate tre persone di prendere, *a vostra insaputa*, uno dei gioielli per ciascuna.

Consegnate poi un gettone alla prima, due alla seconda, tre alla terza. Lasciate sul tavolo gli altri 18 gettoni e passate in una stanza vicina, dalla quale inviterete la persona che ha preso l'*anello* a prendere tanti gettoni quanti ne ha avuti, quella che ha preso l'*orologio* a prenderne il doppio di quelli che ha avuto, e quella della *spilla* a prenderne il quadruplo.

Rientrando nella sala contate quanti gettoni restano, e potrete indovinare quale sia l'oggetto scelto dalle tre persone, in questo modo:

Se ne restano	La 1ª ha:	La 2ª ha:	La 3ª ha:
1	anello	orologio	spilla
2	orologio	anello	spilla
3	anello	spilla	orologio
5	orologio	spilla	anello
6	spilla	anello	orologio
7	spilla	orologio	anello

Non potrà mai darsi il caso che restino 4 gettoni.

SULLE ILLUSIONI DEI SENSI

I nostri sensi non sono perfetti, ma sono perfettibili; essi possono cioè acquistare coll'esercizio una maggiore acuità, allo stesso modo che i nostri arti possono diventare più pieghevoli, più snodati. Ce ne porgono esempio nei selvaggi l'odorato e l'udito, che sono tanto più delicati dei nostri dovendoli essi di continuo mettere a contributo nell'intento della propria conservazione (caccia, guerra, vita all'aperto).

È strano che a tale suscettibilità di perfezionamento corrisponda la facilità dell'errore ed una persistenza in esso che la ragione stessa non vale talvolta a vincere. Tutti sanno infatti quanto sia facile l'essere ingannati dai nostri sensi, specialmente da quelli del tatto, della vista e dell'udito.

Indicherò a questo proposito alcune curiose esperienze e osservazioni.

IL TATTO

I.

Le sensazioni di *freddo* o di *caldo* nulla hanno di *assoluto*; esse sono puramente *relative*. Un oggetto buon conduttore del calorico (metallo, pietra) messo a contatto con la mano produce una sensazione di freddo ben più pronunziata che non un cattivo conduttore (legno, lana). Questo genere di sensazioni dipendono generalmente da *confronti*. L'esperienza seguente, semplicissima, ne è una prova.

Prendiamo tre tazze uguali. Mettiamo nella prima dell'acqua a 0° (neve fusa); nella seconda dell'acqua a 10° e nella terza dell'acqua a 40°. Immergiamo la mano destra nell'acqua a 40°, la

sinistra in quella a 0°, lasciandovele per circa un minuto. Ritiriamole entrambe rapidamente e tuffiamole tosto in quella a 10°; la destra proverà una sensazione di freddo, mentre la sinistra ne proverà una di caldo, sebbene esse siano impressionate *dallo stesso mezzo*. Si può dire che la sensazione che si prova, di caldo o di freddo, dipende dalla dispersione o dall'assorbimento di calore che avviene tra noi ed il *mezzo*.

II.

Freddo, che non è freddo. — È ben nota la sensazione di *freddo* che produce il *mentolo* sfregato sulla fronte, sulle tempie, ecc. Ora, questa sensazione non è realmente di freddo. Il fatto deve essere attribuito ad una proprietà del mentolo che consiste nello stimolare i nervi particolarmente suscettibili delle sensazioni di freddo, poichè abbiamo nel corpo nervi suscettibili di sensazioni fredde, ed altri di calde.

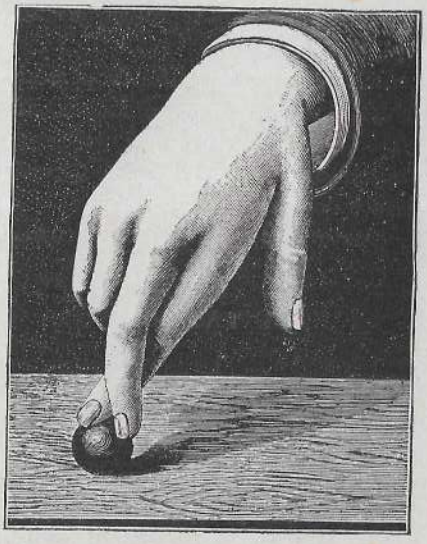


Fig. 420.

III.

La fig. 420 rappresenta una ben nota esperienza che trovasi menzionata già nelle opere di Aristotile; ponendo il medio della mano sopra l'indice e toccando con le due dita, dopo aver preso

la posizione indicata nella figura, una biglia od una pallottola di pane, si prova la sensazione del contatto di due biglie ben distinte.

Per darsi ragione di tale illusione, basta osservare che, nella posizione normale delle dita, una stessa biglia non può toccare ad un tempo i lati esterni di due dita vicine; ora, quando si incrociano le dita, si cambiano le condizioni normali in eccezionali; l'interpretazione istintiva però rimane la stessa, ammenochè la ripetizione frequente non educhi il tatto al nuovo modo; infatti l'illusione perde molto della sua vivacità ripetendo l'esperienza un gran numero di volte.

L'impressione che i sensi subiscono è cosa del tutto fisica, mentre l'interpretazione dipende dall'abitudine e dall'educazione speciale.

IV.

Una illusione inversa di quella dovuta ad Aristotile, di cui si è detto sopra, venne segnalata da Rivers. Le due dita essendo incrociate come nell'esperimento di Aristotile, se si toccano in pari tempo con due piccoli bastoncini i due margini delle dita che normalmente sono contigui, e che sono posti lateralmente quando le dita sono incrociate, si ha l'illusione di toccare un solo bastoncino situato fra le due dita.

Il Dott. Ponzo nel *Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino* ha descritto un suo apparecchio che permette di constatare facilmente l'illusione e di mettere in evidenza le sue cause. Esso comprende uno zoccolo di legno sul quale due aste che portano ciascuna un semicerchio (fig. 421) di ottone possono scorrere lungo una guida metallica. Appoggiando su tali semicerchi, convenientemente scostati, l'estremità delle dita incrociate e chiudendo gli occhi, si ha l'impressione di tenere fra le dita un anello chiuso. Quest'ultima illusione, come le precedenti si spiega facilmente con la rappresentazione che abbiamo della posizione normale delle dita, rappresentazione che persiste anche quando le spostiamo, se le impressioni visuali non vengono a prevenirci di questa anomalia, sopprimendo così la nostra illusione.

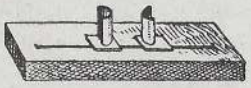


Fig. 421.

V.

Riguardo al tatto citerò ancora un fatto curioso studiato dal Weber. Applicando leggermente sulla pelle le due punte di un compasso occorrerà scartarle più o meno affinchè il contatto dia luogo ad una sensazione *unica* o a *due sensazioni*. La distanza fra le due punte dovrà essere tanto maggiore, quanto meno delicato sarà il contatto, per trovare fibre nervose capaci di trasmettere la doppia sensazione al cervello. Si può spiegare in gran parte questo fatto con la deficienza di *abitudine* a percepire le sensazioni tattili in dati punti; la distribuzione anatomica dei nervi sensorii cutanei ce ne completa la spiegazione.

Werber ha trovato che per avere sensazione *doppia* occorre che tra le due punte messe a contatto con l'epidermide intercedano le distanze seguenti, a seconda della plaga cutanea:

Punta della lingua	mill.	1.13
Faccia palmare della falange ungueale delle dita	»	2.26
Superficie rossa delle labbra	»	4.50
Punta del naso, palma della mano presso le dita	»	6.76
Dorso e margini della lingua, a circa 3 cm. dalla punta; pelle delle labbra	»	9.—
Palma della mano, guance, palpebre	»	11.28
Palato	»	13.53
Zigomi	»	15.79
Dorso della mano, presso le dita	»	18.—
Gengive	»	20.30
Parte inferiore della fronte	»	22.60
Parte inferiore dell'occipite	»	27.70
Dorso della mano	»	31.10
Collo, sotto la mascella	»	33.90
Spalla, avambraccio, ginocchio	»	40.60
Petto, allo sterno	»	44.12
Reni, parte superiore del dorso e del collo, sulla linea mediana	»	54.20
Regione media del dorso, del collo e del braccio	»	66.18

Il collo è dunque la parte che meglio si presta a questa esperienza, specialmente sotto e dietro all'orecchio.

LA VISTA

Sono numerosissimi i casi nei quali i nostri occhi sono tratti in inganno nel giudicare delle dimensioni di oggetti e di figure che per la disposizione loro particolare tendono appunto a far sembrare lungo ciò che è corto, curve le rette, concorrenti le parallele, ecc. Non m'intratterrò sui casi d'*illusioni ottiche* frequenti in natura, nè su quelli di *colore*, dei quali ho trattato in altra parte del libro, ma mi limiterò a farne osservare alcuni dei più semplici a facili a constatare, potendosi sempre far seguire all'erroneo giudizio dell'occhio quello inappellabile della riga e del compasso sulle figure.

In questi falsi giudizi, ha massima parte l'*abitudine* dell'occhio a *vedere* e ad *osservare* secondo determinate leggi; appena si deroga da queste si è tratti in errore. Alcune delle illusioni ottiche delle quali farò cenno, hanno dato luogo a profonde discussioni scientifiche, delle quali daremo un cenno più oltre. Ma si può ritenere che nel maggior munero dei casi l'*abitudine* basta a dar ragione del fenomeno.

Molte illusioni di questo genere sono dovute al fatto che un oggetto messo innanzi all'occhio e poscia rimosso si continua a vedere ancora per un certo spazio di tempo dopo la rimozione. Questa persistenza dell'immagine sulla retina — o l'impressione di una immagine, persistente, che ci rimane nel cervello — facilita l'esercizio della vista, poichè dà tempo alla mente di raccogliere, per così dire, il messaggio e di interpretarne il significato. Se non fosse questa proprietà, l'occhio, all'atto di leggere, sarebbe costretto a fermarsi per un periodo di tempo maggiore su ciascuna parola, e dall'atto necessario ed automatico del battere le ciglia l'occhio sarebbe immerso ogni tanto nell'oscurità. Turti conoscono l'esperimento consistente nel produrre un cerchio luminoso col girare rapidamente la punta infuocata di un fiammifero. L'anello luminoso così formato è evidentemente effetto di una illusione, poichè è chiaro che la luce della punta incandescente può venire soltanto da una posizione alla volta, e non può nel medesimo istante trovarsi alle due estremità del diametro nel circolo. Tuttavia l'occhio non riesce a discernere soluzione di continuità nel percorso. La spiegazione del fenomeno sta in ciò che l'impressione prodotta dalla punta accesa in un punto del circolo rimane ancora, mentre la punta compie il percorso, e dura tuttavia quando la

punta stessa ritorna su quel punto. Senza questo fenomeno visivo molti dei migliori effetti dei fuochi d'artifizio sarebbero perduti, e similmente mancherebbe l'effetto delle proiezioni cinematografiche.

In alcuni casi l'illusione dipende dall'imperfezione del nostro organo della vista, l'occhio, e non già da imperfezione *accidentale*, ma da quella *normale*. Sono però assai controverse le spiegazioni delle illusioni d'ottica. Taluni le attribuiscono ad errori di prospettiva. Si guardano le figure piane come se rappresentassero prospettive; da ciò gli errori. Abbiamo tendenza a *sovrapprezzare* la lunghezza e la superficie della parte superiore d'una figura, perchè essa ci rappresenta inconsciamente la parte più lontana, e per conseguenza più diminuita, dell'oggetto.

Per altri le illusioni ottiche sono dovute alla irradiazione del disegno sulla retina, per cui le parti chiare sembrano più grandi delle scure, e diminuiscono anche queste per irradiazione.

Altri ancora le attribuiscono a movimenti dei nostri globi oculari che — spostandosi in un senso — darebbero delle sensazioni di allungamento in tale senso.

Tutte queste teorie, se hanno un valore reale non bastano però a spiegare completamente il fenomeno.

Ad esse si possono infatti muovere, tra altre, queste obbiezioni: Lo stereoscopio usato per l'esame di figure piane distrugge l'illusione di prospettiva in luogo di rinforzarla; si possono far variare i contrasti di luce e d'ombre, senza diminuire l'illusione; questo persiste con figure piccole che necessitano minori movimenti oculari che le grandi.

Noteremo però come il Dott. Botti, il quale ha discusse le varie teorie sui fenomeni che chiamiamo *illusioni d'ottica* (1), ritenga tali teorie insufficienti. Egli osserva come non si debba dimenticare che le illusioni ottico-geometriche non sono già errori di percezione o di apprezzamento, ma bensì fatti normali, percezioni reali ed esatte, che non divengono per noi *illusioni* se non perchè vi aggiungiamo i prodotti della nostra immaginazione, le considerazioni superiori di comparazione e di apprezzamento.

Questo fattore psicologico esercita senza dubbio una notevole influenza e può valere a correggere ciò che hanno di troppo esclusivo le teorie puramente fisiologiche dell'illusione.

---

(1) Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino, t. LX 1909.

I.

Fig. 422.

Quanto è alto quel cappello a cilindro (fig. 422) in proporzione della massima larghezza *A B*? Ossia quale è il rapporto di *A B* a *C D*? Tutti si direbbe che *A B* è minore di *C D* non solo, ma che la differenza è ben notevole. Eppure basterà misurare col compasso per convincersi che.... l'altezza *C D* del cappello è sensibilmente *minore* della larghezza *A B*!

Si può spiegare l'illusione col fatto che la distanza *A B* si conta solo fra *due punti*, dopo i quali la forma del cappello sfugge, al contrario di ciò che avviene per la distanza *C D*.

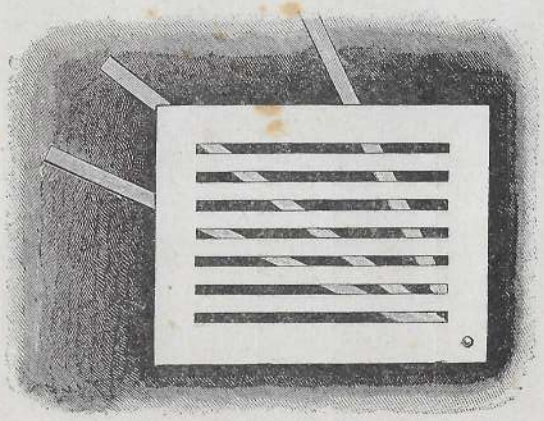


Fig. 423.

II.

Si formi una specie di griglia con una carta da visita come indica la fig. 423. Si fissi con una spilla in un angolo della carta stessa una striscia di carta coi margini ben rettilinei e la si faccia rotare, al disotto della griglia in modo da farle prendere posizioni variamente inclinate rispetto alle sbarre della griglia stessa.

Si osserverà allora che, mentre nella posizione meno inclinata i margini della stricia appariscono ancora rettilinei, nelle altre sembrano formati da tratti non in linea retta, sì che la striscia di carta

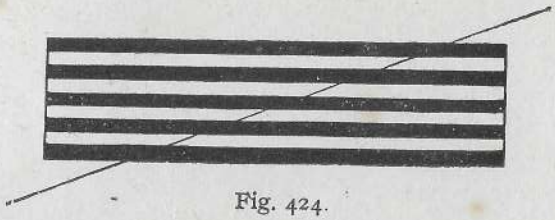


Fig. 424.

sembra spezzata. E ciò apparirà in modo tanto più evidente quanto minore sarà l'angolo fra la striscia e le sbarre della griglia.

Un effetto analogo si ottiene disegnando sulla carta una griglia in bianco e nero e attraversandola con una linea retta obliqua, la quale apparirà spezzata negli intervalli bianchi fra le sbarre nere (fig. 424).

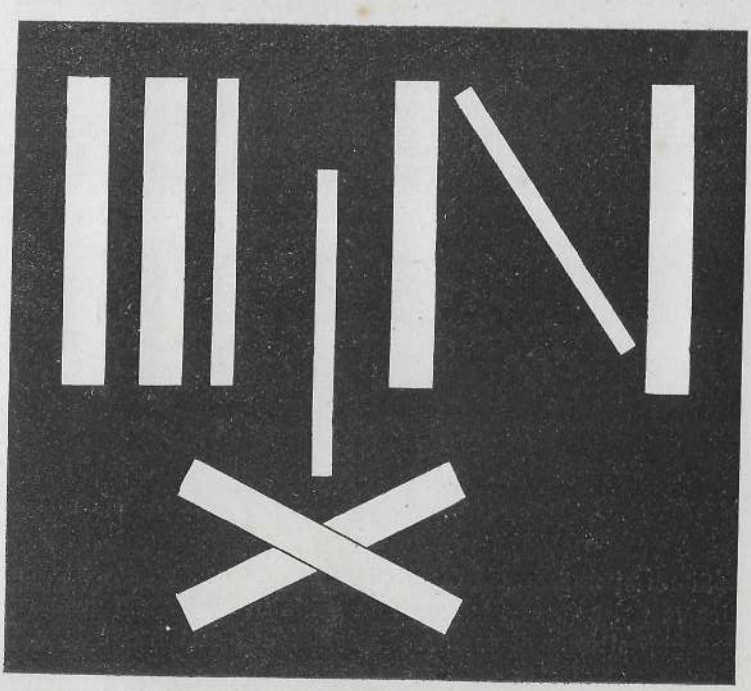


Fig. 425.

III.

I tre rettangoli a sinistra della fig. 425, ugualmente lunghi, non sembrano più esserlo quando vengano disposti obliquamente fra loro, come vedesi nella figura stessa.

IV.

Una verticale sembra più lunga di una orizzontale (fig. 426).

Un quadrato sembra più alto che largo (fig. 427).

Una serie di verticali parallele sembrano divergere verso il basso (fig. 428).

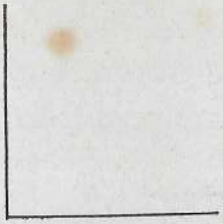


Fig. 426.

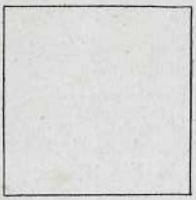


Fig. 427.

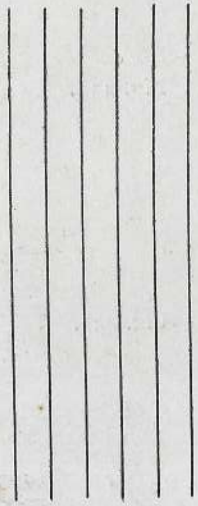


Fig. 428.

V.

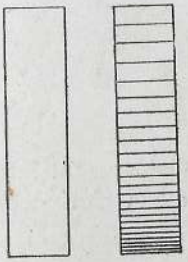


Fig. 429.

Il rettangolo di destra della fig. 429 non sembra uguale a quello di sinistra, per il fatto delle parallele gradualmente distanziate in esso.

Effetto analogo abbiamo nella fig. 429 *bis*, nella quale i lati della faccia posteriore del parallelepipedo appaiono più lunghi di quelli della faccia anteriore.

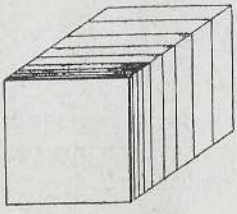


Fig. 429 *bis*.

VI.

Le tre figure 430, 431, 432 sono identiche, come dimensioni e forma generale; ma, mentre nella fig. 430 le parallele sem-

brano uguali — come sono realmente — nella fig. 431 sembrano più corte a destra e nella fig. 432 la differenza di larghezza apparente è ancor più accentuata.

Fig. 430.

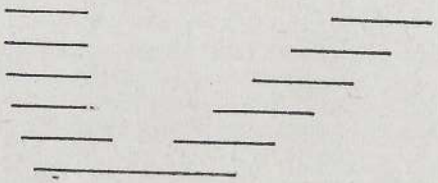


Fig. 431.

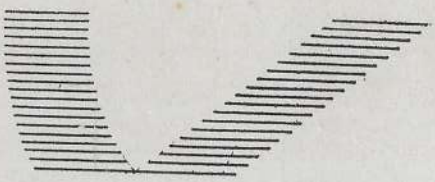
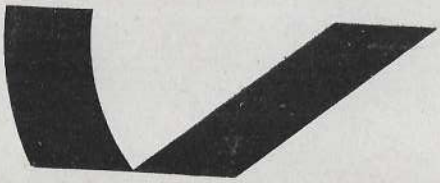


Fig. 432.



VII.

Nella fig. 433 non si direbbe che le quattro distanze sul lato inferiore siano uguali; le due estreme appariscono maggiori delle due centrali.

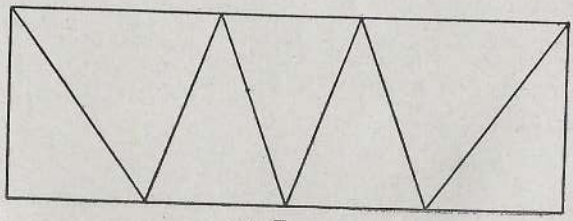


Fig. 433.

VIII.

Un esame superficiale dei seguenti caratteri da stampa ne fa ritenere uguali le due parti superiore ed inferiore; nondimeno con un po' d'attenzione si può notare una leggera differenza *in meno* per la metà superiore.

XXX BBB SSS sss 333 888

Guardandoli invece a rovescio, capovolgendo il libro, si vedono come è qui sotto indicato:

XXX ꓭꓭꓭ SSS sss ƐƐƐ 888

ed allora si nota con sorpresa che la differenza tra le due metà, superiore ed inferiore, è ben più notevole di quanto la si era prima giudicata. A tale illusione contribuisce assai l'abitudine di vedere al disotto la parte più larga della lettera.

IX.

Si traccino in due quadrati uguali, delle rette parallele ed equidistanti, orizzontali in uno (fig. 434) e verticali nell'altro (fig. 434 *bis*). Il quadrato a linee orizzontali sembrerà più alto che largo e l'inverso avverrà per il secondo.

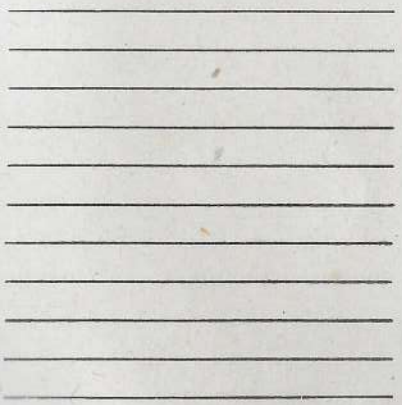


Fig. 434.

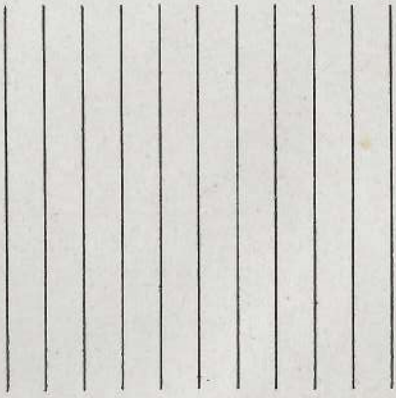


Fig. 434 *bis*.

Se in luogo delle rette orizzontali si disegnano nel quadrato losanghe come nella fig. 435, l'illusione della maggiore altezza in proporzione della larghezza sarà ancora più pronunziata. Coprendo con una carta metà della figura secondo l'asse verticale si avrà la sensazione di un allargamento delle punte a modo di ventaglio.

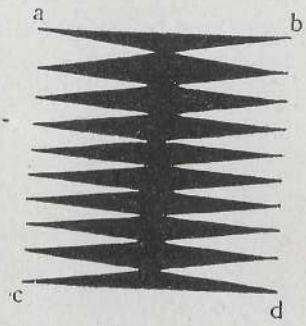


Fig. 435.

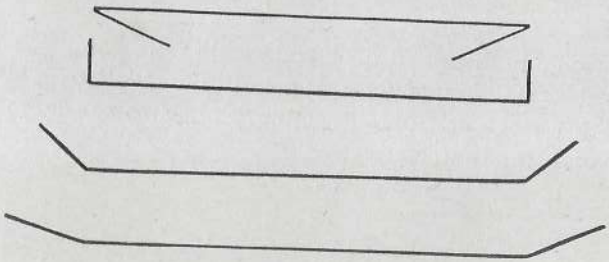


Fig. 436.

X.

Le rette incontrate da piccoli tratti ad angolo ottuso sembrano più lunghe. Quelle incontrate ad angoli acuti sembrano più corte (figura 436).

Parimente la distanza fra due punti sembra maggiore quando essi punti siano i vertici di due angoli acuti coll'apertura verso l'interno, che non nel caso in cui i due angoli acuti abbiano i vertici opposti (fig. 437).

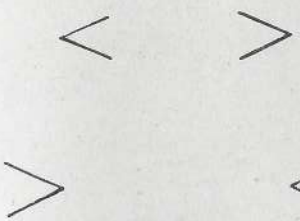


Fig. 437.

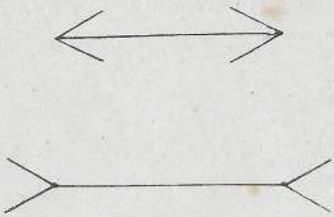
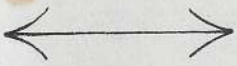


Fig. 438.



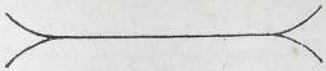


Fig. 439.

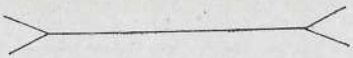


Fig. 440.

Fig. 441.

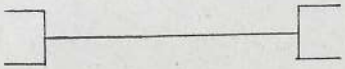
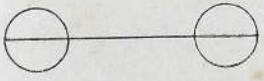
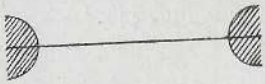


Fig. 442.





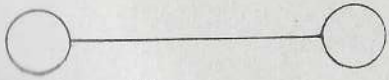


Fig. 443.

Fig. 444.

Lo stesso avviene se i due punti siano congiunti mediante una retta e si abbiano alle estremità dei circoli, semicircoli, ecc. (v. le figg. 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444).

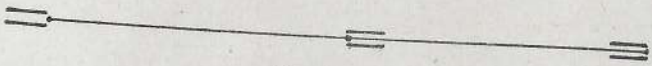


Fig. 445.

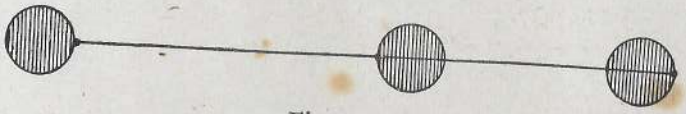


Fig. 446.

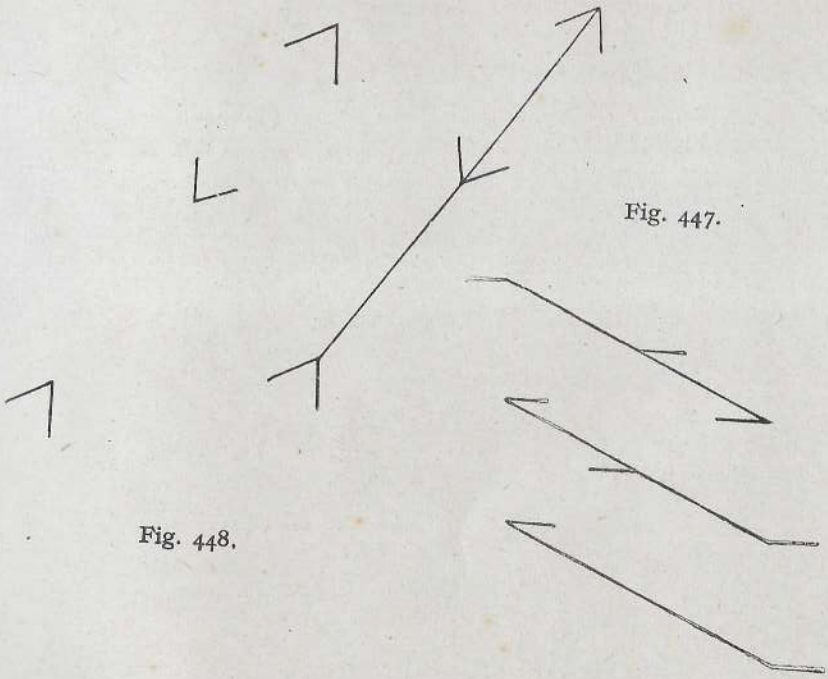


Fig. 447.

Fig. 448.

L'illusione è più forte ancora nelle figure in cui la retta non sembra divisa in due segmenti *uguali* (v. le figg. 445, 446, 447, 448).

XI.

L'intersecazione di una serie di parallele con altri segmenti paralleli fra loro ed obliqui rispetto alle dette parallele, le fa sem-

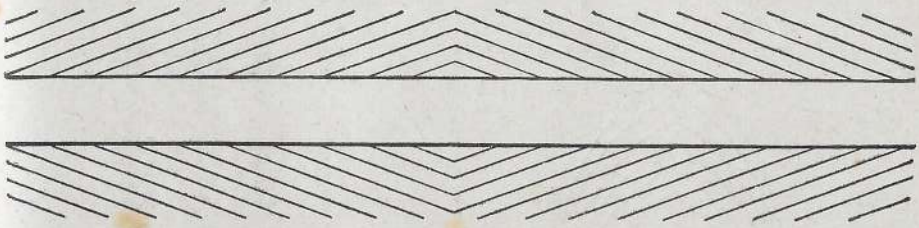


Fig. 449.

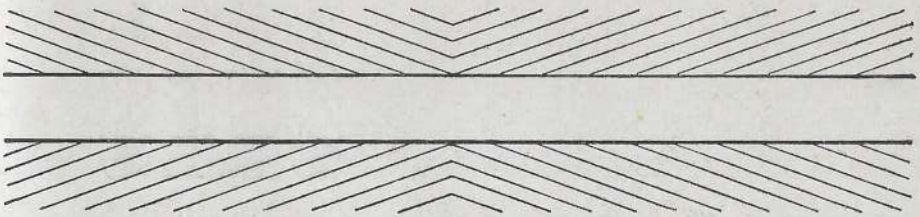


Fig. 450.

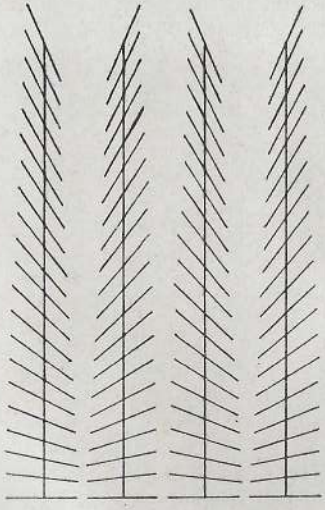


Fig. 451.

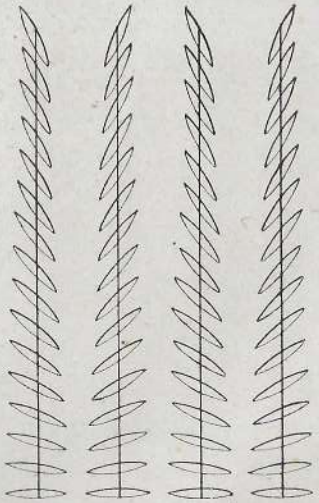


Fig. 452.

brare divergenti verso l'una o l'altra delle estremità, a seconda dell'angolo che i segmenti fanno con le rette principali.

Le figg. 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455 offrono alcuni esempi di tali illusioni ottiche.

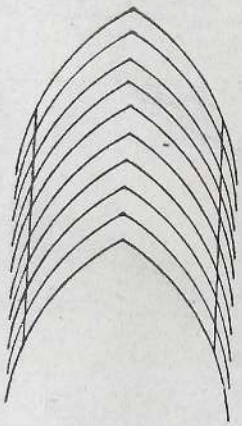


Fig. 453.

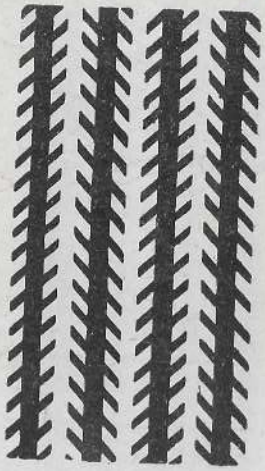


Fig. 454.

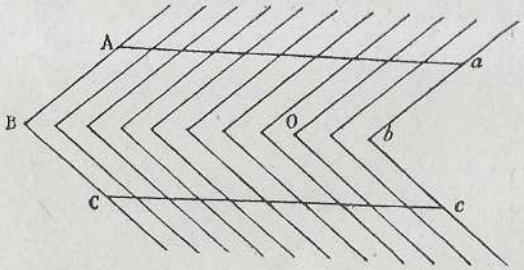


Fig. 455.

XII.

Come ho già fatto notare nella fig. 424 a pag. 362, quando si sega una serie di parallele con una sola trasversale, questa apparisce spezzata.

Così nella fig. 456 il prolungamento della retta *a* sembra essere piuttosto *d e* che non *b c*.

Parimente nella fig. 457 si direbbe che le due oblique di sinistra, prolungate, abbiano ad incontrare le oblique di destra, non già sulla verticale tracciata, ma a destra di questa.

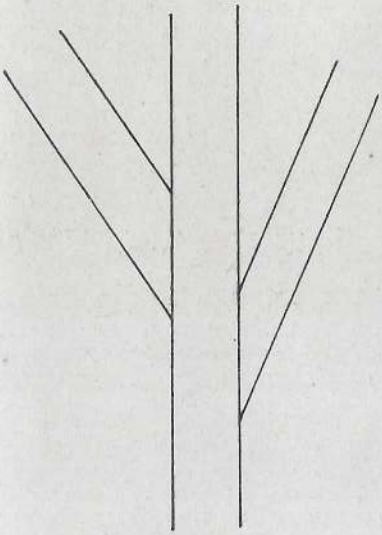


Fig. 457.

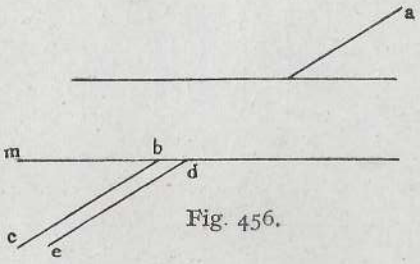


Fig. 456.

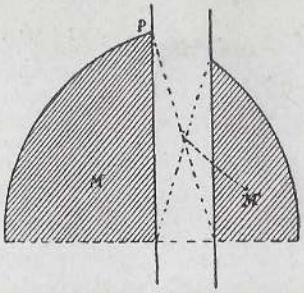


Fig. 458.

Nella fig. 458 abbiamo un caso simile. Si tratta d'un arco a sesto acuto tagliato con una parallela al suo asse. La parte dell'arco rimasta a destra, non sembra che, prolungata, debba convergere in *P*, ma più in basso. Ciò dipende da che il centro di figura *M* della parte tratteggiata è più basso a destra che a sinistra.

XIII.

Non si direbbe che i lati del quadrato della fig. 459, anzichè linee rette, siano curve convesse verso il centro dei circoli? Lo stesso dicasi del triangolo equilatero della fig. 460.

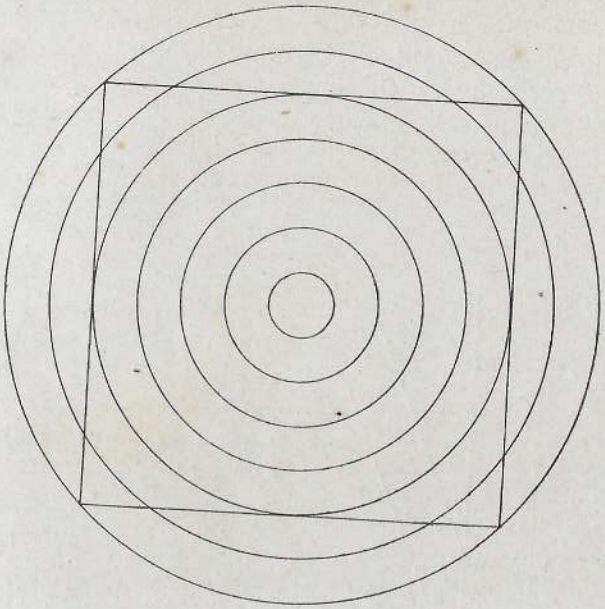


Fig. 459.

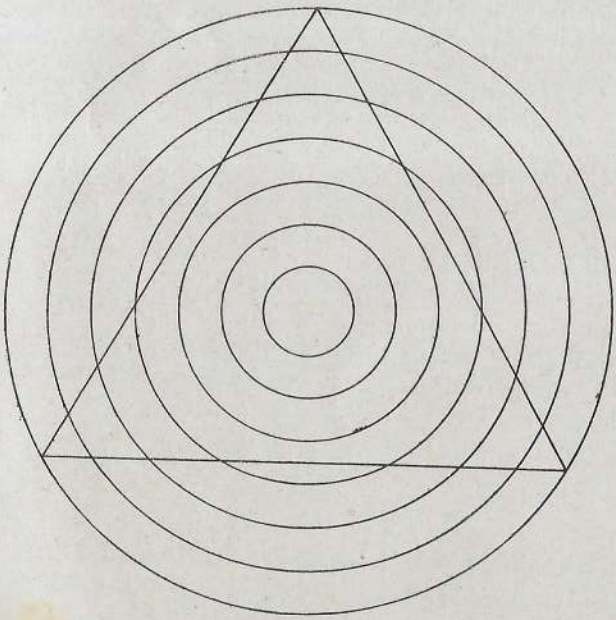


Fig. 460.

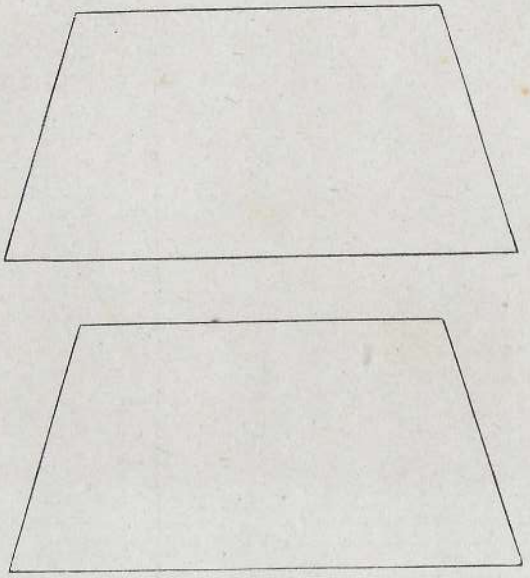


Fig. 461.

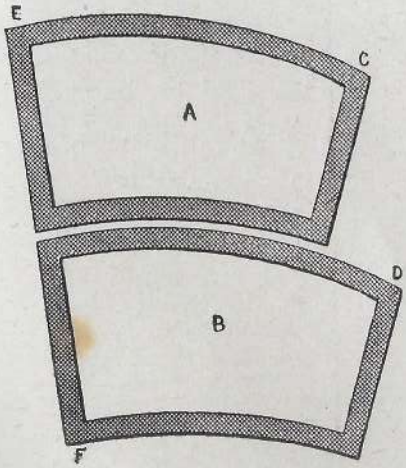


Fig. 462.

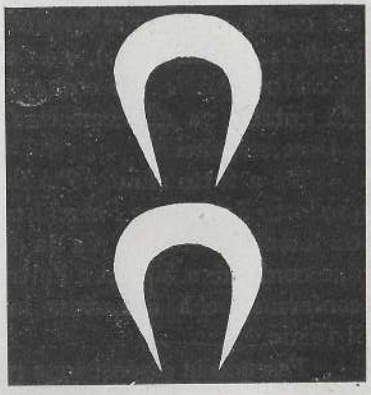


Fig. 463.

Nelle figure uguali sovrapposte, di forma trapezoidale, la superiore sembra sempre più larga dell'inferiore per l'effetto contrapposto delle due basi, la minore dell'una e la maggiore dell'altra. Le figg. 461, 462, 463, 464 rappresentano casi di illusioni di tal genere.

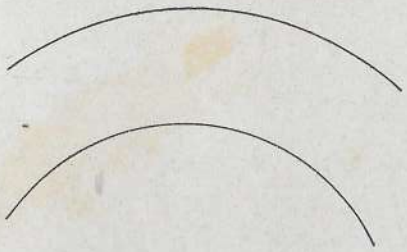


Fig. 464.

XIV.

Riproduciamo dallo *Strand Magazine* queste bellissime figure nelle quali l'illusione è accresciuta mediante una sapiente combinazione di contrasti di curve e di colori.

Partendo dal principio che una figura geometrica regolare appare deformata quando sia intersecata da altre linee (come risulta da *illusioni* precedentemente studiate) sono stati sovrapposti dei cerchi concentrici su un fondo a spirali di opposta direzione (*destrorse* e *sinistrorse*), non solo, ma determinanti una specie di *scacchiere spirale*, per così esprimerci, il cui effetto ottico abbiamo già notato, va ad accrescere quello che si avrebbe da un fondo a linee semplici.

Ma a tutto ciò deve ancora aggiungersi l'effetto notevolissimo prodotto dall'essere i cerchi costituiti non già da una semplice circonferenza uniforme, ma da *corde* formate con l'attorcigliamento di due corde, una bianca e l'altra nera, così da dar luogo ad una circonferenza cha apparisce interrotta, come interrotto apparisce il fondo.

Essendo la disposizione relativa del cerchio e del fondo combinata in modo da ottenere che le singole illusioni si *sommino*, questa somma riesce a produrre delle illusioni tali da superare le altre dello stesso genere e da non potersi assolutamente restituire alla

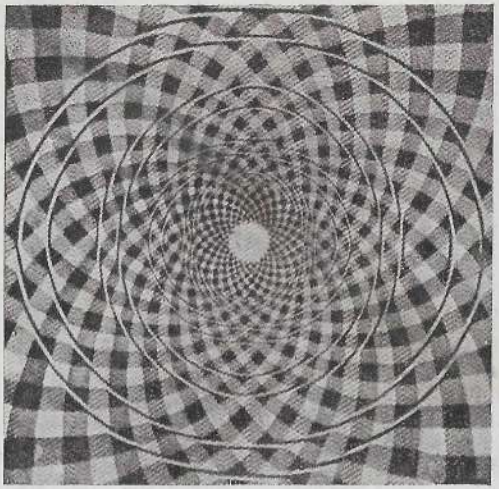


Fig. 465.

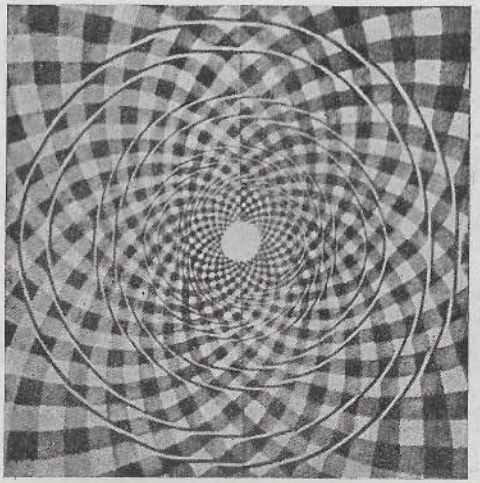


Fig. 466.

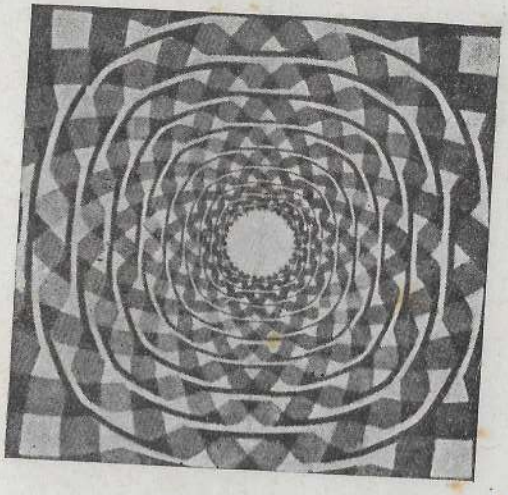


Fig. 467.

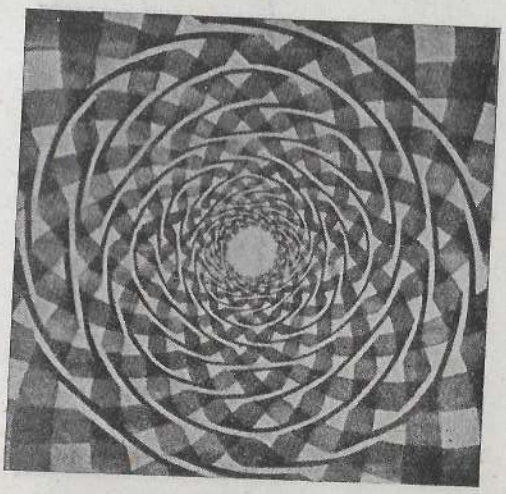


Fig. 468.

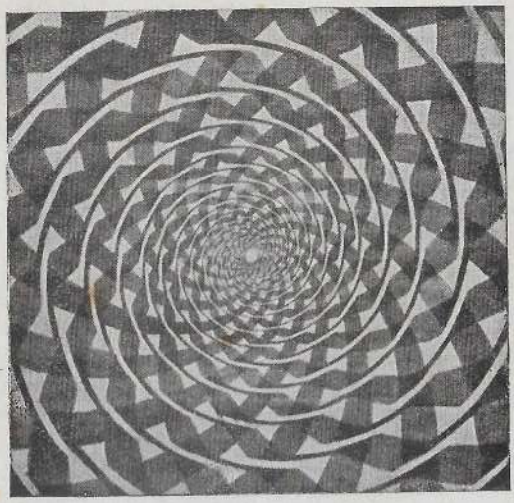


Fig. 469.

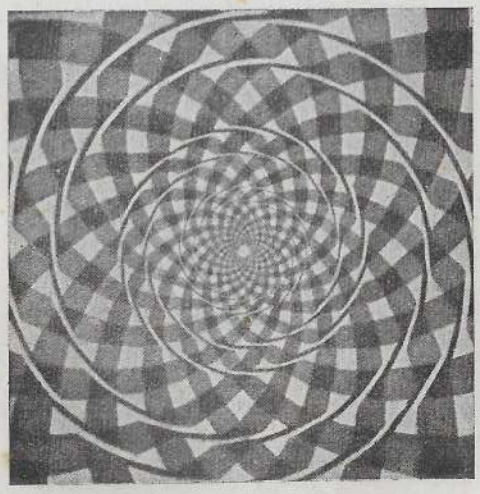


Fig. 470.

realtà senza l'ausilio del compasso. — Chi non giurerebbe infatti che le curve concentriche delle figg. 465, 466, 467, 468 sono tutto quel che si vuole fuorchè cerchi? — E che le curve svolgentisi dai centri delle figg. 469, 470, in bianco e nero, non sono altro che regolarissime spirali, anzichè *cerchi concentrici*?

Un esempio di ciò che si può ottenere, in fatto d'illusioni ottiche, dalla somma di varii effetti del genere, si ha nella fig. 471, nella quale appariscono assai deformati i dieci tratti di corda bianca e nera *rettilinei*, mentre il fondo, costituito da un retico-

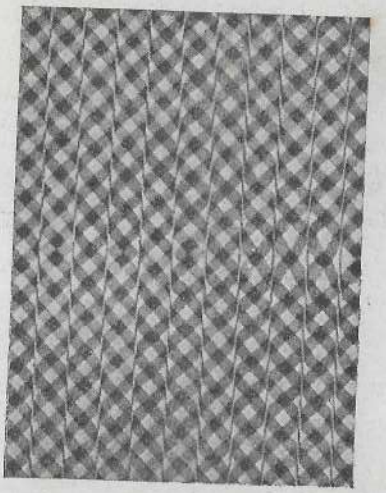


Fig. 471.

lato di strisce assai irregolari apparisce quasi regolare, effetto che, applicato a due figure dalle corporature e piedi.... adatte al caso ve le farà apparire ben deformi! (fig. 472).

Lo stesso dicasi per la scritta della fig. 473 le cui lettere appariscono assai sbandate, mentre non lo sono affatto.

Questi esempi valgono a rendere evidente la necessità, da parte dei disegnatori di stoffe e dei decoratori in genere, di studiare e di sapersi rendere esatto conto degli effetti di questo genere, potendo essi talora prestarsi alla correzione di certi effetti sgradevoli all'occhio, e tal'altra invece determinarne di assai gravi, tanto più poi quando si aggiunga la complicazione di svariati colori.

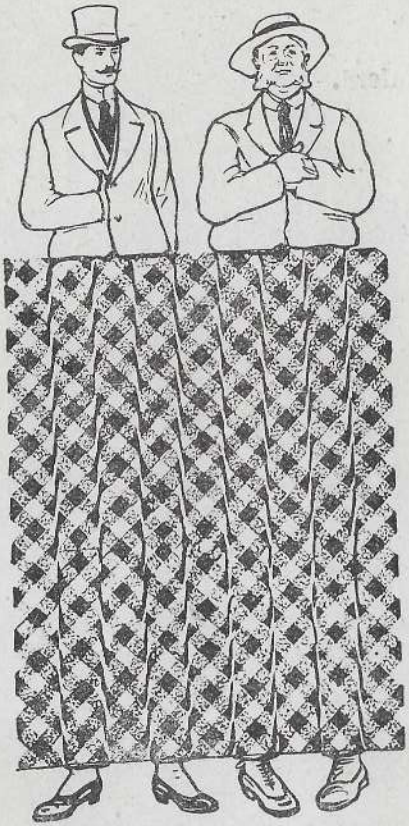


Fig. 472.

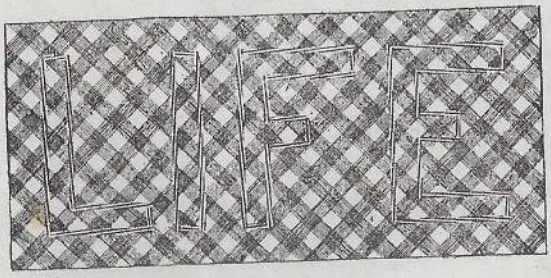


Fig. 473.

XV.

Di E. T. Sanford. — Se nell'interno di un angolo (fig. 474) si tracciano due circoli uguali, l'uno presso il vertice, l'altro più distante, il primo apparisce sempre più grande a motivo della prossimità dei lati dell'angolo. L'illusione persiste se si traccia il circolo più lontano dal vertice, sopra un secondo foglio di carta a parte. Facendo l'angolo meno acuto l'illusione è meno accentuata.

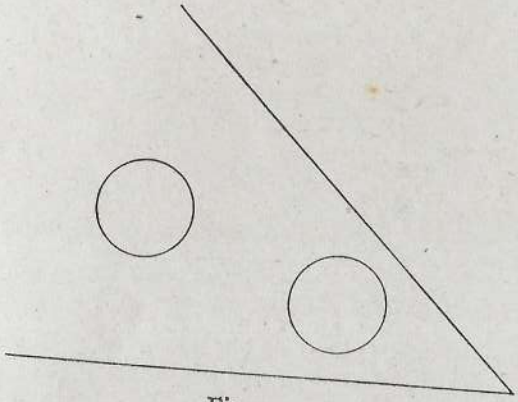


Fig. 474.

Secondo il Dott. Pozzo (1) questa illusione ottica contribuirebbe a spiegare l'ingrossamento apparente degli astri (luna) all'orizzonte. Ma, qui non si può parlare di *angolo* fra l'orizzonte e la vôlta celeste, e — d'altronde — nelle illusioni ottiche i termini di confronto sono *presenti* mentre nel caso degli astri all'orizzonte, uno dei termini sarebbe assente.

XVI.

I circoli straboscopici. — Si faccia girare circolarmente la fig. 475, con leggero movimento della mano, nel suo piano. Tutti i circoli sembreranno rotare attorno al loro centro comune e nel senso del movimento reale.

(1) Rivista di Psicologia 1912.

L'effetto è più spiccato quando, pur guardando i circoli, si fissi lo sguardo sopra un punto vicino.

Fig. 475.

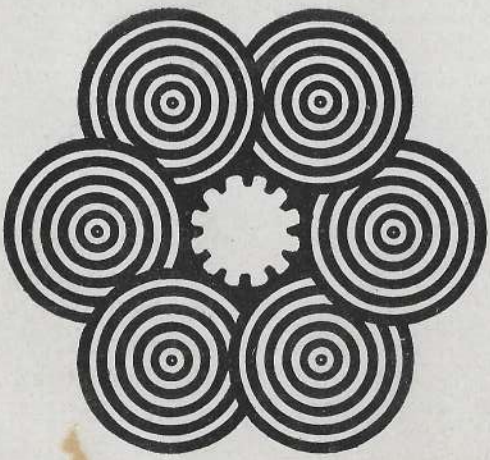


Fig. 476.

Parimente imprimendo alle fig. 476 e 477 un lento movimento di rotazione, i circoli sembreranno girare, ma in senso *contrario* a quello del foglio (1).

(1) Vedansi in fine al volume le figure 475, 476, 477, 479, 480, 481 e 482 riprodotte a parte.

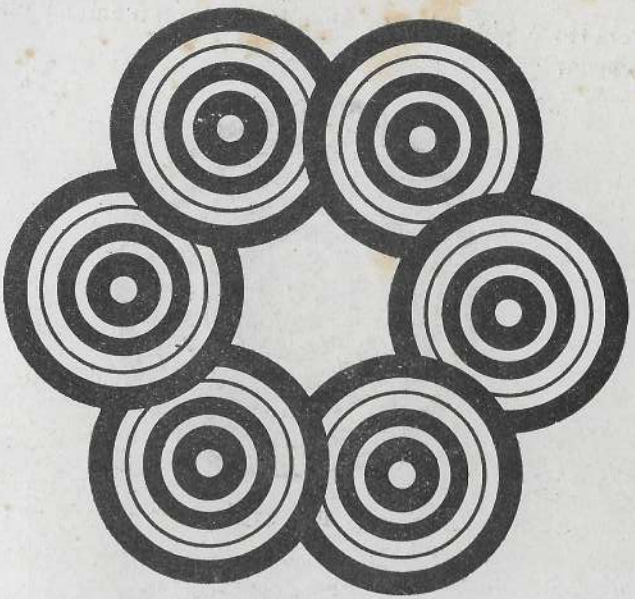


Fig. 477.

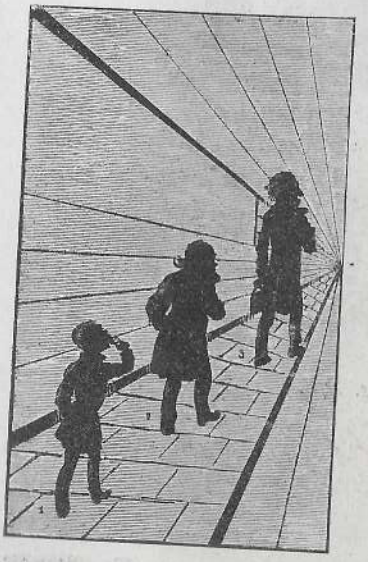


Fig. 478.

XVII.

Nella fig. 478 il personaggio n. 3 sembra più alto del n. 2 e molto più alto del n. 1, benchè il compasso ci mostri essere il n. 1 leggermente più alto degli altri due. Qui, realmente, l'illusione dipende dall'essere tutto il disegno fatto di prospettiva, eccetto le figure, per cui la più lontana, che in giusta regola dovrebbe vedersi più piccola delle altre, ci appare di statura smisurata, maggiore di quella che non sia nel disegno stesso.

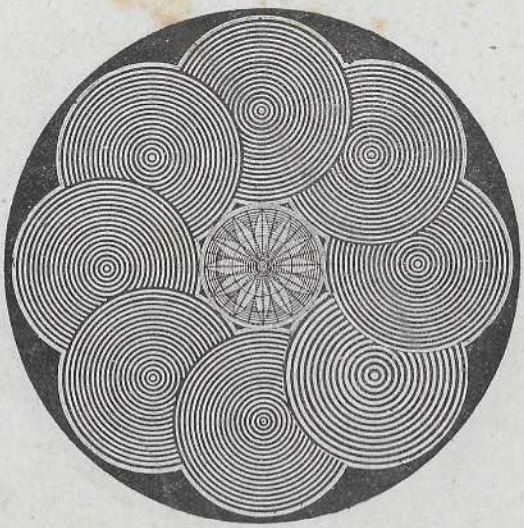


Fig. 479.

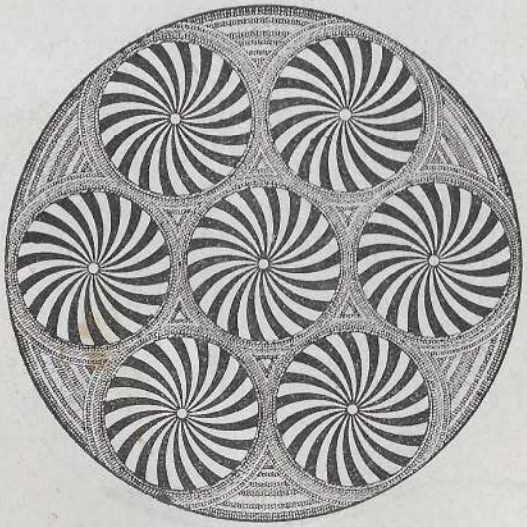


Fig. 480.

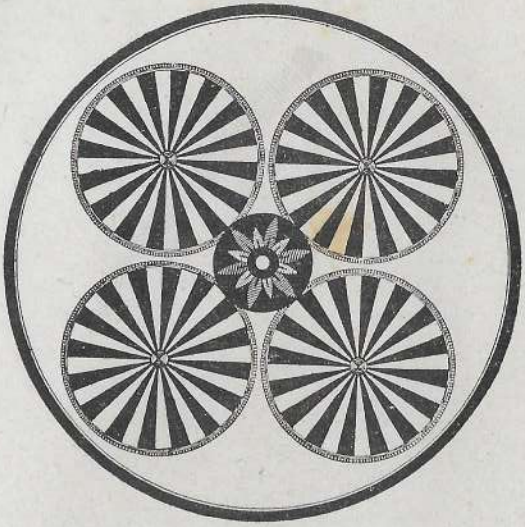


Fig. 481.

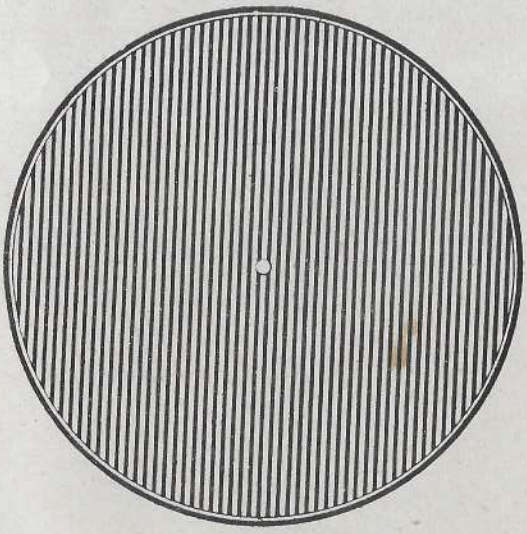


Fig. 482.

Le figg. 479 e 480 debbono essere montate su di un asse centrale. Quando si fanno girare attorno ad esso come una ruota si trasformano in modo assai curioso: I circoli raggiati della fig. 481 scompaiono; si vede un circolo la cui circonferenza è limitata dai centri dei cerchi reali; all'infuori di questa circonferenza si vedono dei semicerchi multipli.

La fig. 482 si trasforma completamente; in luogo di linee parallele dà l'aspetto di cerchi concentrici. L'effetto è migliore se le figure sono più grandi, per esempio quattro volte le nostre.

IL DITO DOPPIO

Fig. 483.

Se si guarda un oggetto lontano, tenendo un dito innanzi agli occhi, a circa trenta centimetri di distanza (fig. 483) si vedono *due* dita.

STEREOSCOPIO MONOCOLARE

Si faccia, con uno spillo, un foro in un pezzo di carta nera. Si esamini quindi — con un solo occhio — attraverso detto forellino, la fig. 484 *ben illuminata*, avendo cura di tenere il foro di spillo a 3-4 cent. al più dalla figura. L'emisfero si vedrà allora

Fig. 484.

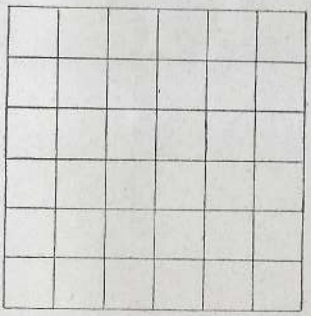


Fig. 485.

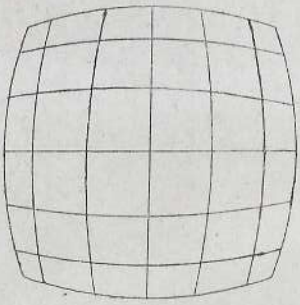


Fig. 485 *bis*.

staccarsi sul fondo nero con un rilievo almeno uguale a quello che darebbe la visione binocolare dell'oggetto stesso.

Analogo risultato e più comodamente si ottiene osservando la figura con una lente, anzichè attraverso il foro della carta nera.

Se si avvicina questa a meno di due cent. dall'incisione, l'emisfero prende la forma d'un cilindro a sommità arrotondata che sembra letteralmente uscire dalla carta in direzione dell'occhio.

Questi fenomeni dipendono da che il nostro occhio non è *rettilineo*, ma ci fa vedere le linee della fig. 485, a qualche centimetro di distanza, deformate come nella fig. 485 *bis*. Deformazione che si rende tanto più accentuata quanto più prossimo all'occhio si trova l'oggetto in esame.

Le linee fortemente curve a barile della nostra fig. 484 sull'emisfero, le cavità simmetricamente distribuite rispetto alle linee non hanno altro scopo che di far nascere l'illusione di interpretare una distanza esagerata come una distanza assai breve, illusione di cui dette linee sono il solo fattore essenziale, senza del quale il *rilievo* sparisce.

IL CERCHIO DI ZOELLNER

Sopra un foglio di carta bianca si traccia un circolo e in un cartoncino nero si pratica col temperino un'apertura rettangolare più lunga del diametro del circolo e larga circa i $^2/_5$ del diametro stesso.

Si pone questo cartone sul foglio bianco e si fa spostare questo con moto di va e vieni perpendicolarmente alla fenditura del cartone, e in modo che a ciascuno spostamento tutte le parti del circolo vengano ad essere visibili attraverso alla fenditura stessa.

Il cerchio apparirà deformato ed assumerà l'aspetto d'una ellisse coll'asse maggiore perpendicolare alla direzione del moto.

Segue da ciò che se in luogo del circolo si fosse tracciata sulla carta una ellisse con l'asse nel senso perpendicolare al movimento, nel moto la sua apparente deformazione l'avrebbe fatta apparire come un circolo.

Si tratta qui d'un movimento incosciente dell'occhio per seguire la figura mobile, mentre la fenditura rimane immobile.

IL CERCHIO STREGATO

Colorate in nero la metà di un disco di cartoncino e tagliatene un settore come in fig. 486 (v. figura ripetuta in fondo al vol.). Fissate il disco su di un turacciolo di sughero, passando nel suo

centro un ferro da calze, e — inoltre — con due spilli in punti diametralmente opposti.

Tracciate su di un foglio di carta delle linee nere e fatevi rotare sopra il disco, nel senso delle sfere dell'orologio. Le linee tracciate sulla carta, visibili attraverso il settore asportato, appariranno di color rosso carico quando il disco ruoti celeremente. Invertendo il senso della rotazione le linee si vedono nere, ma se la luce è molto diffusa assumono una tinta azzurrognola.

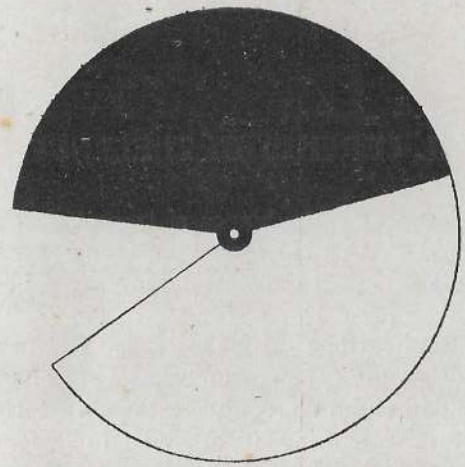


Fig. 486.

Si può valersi dello stesso disco per un altro esperimento usandolo dal lato opposto, che si tingerà per metà in rosso e per l'altra metà in azzurro. Facendolo rotare velocemente sopra una carta bianca, questa apparirà ora rossa ora azzurra, variando il colore ad intervalli assai frequenti.

I DISEGNI VIBRANTI

Chi non conosce le belle curve luminose prodotte dal rapido movimento d'un tizzone agitato nell'oscurità? Questo fenomeno è dovuto alla persistenza delle immagini sulla retina, ossia sul

fondo dell'occhio. Se invece di un tizzone si agiti un disegno geometrico esso si trasformerà in altri a seconda del movimento impressogli.

Per avere movimenti uniformi, più che non sia possibile ottenerli con la mano, si possono disporre i disegni nel modo in-

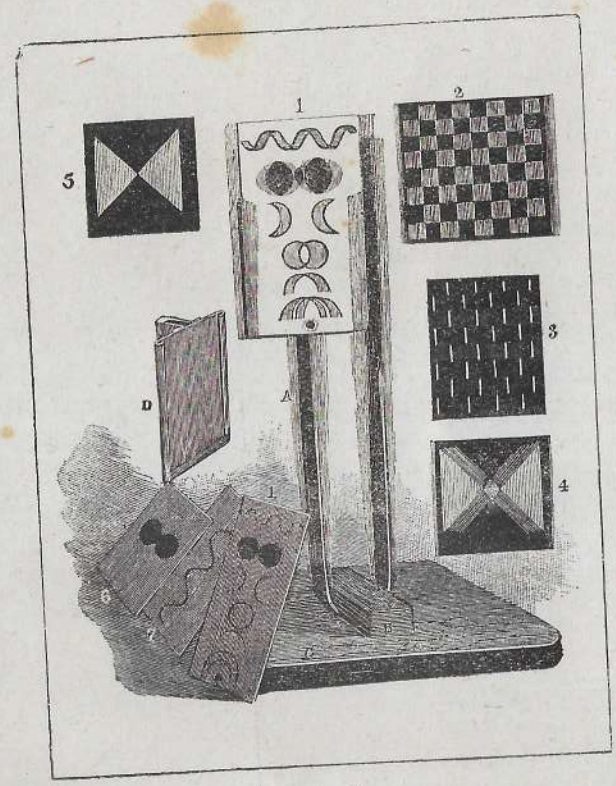


Fig. 487.

dicato nella fig. 487; *A B C* rappresenta un grosso filo metallico (ottone crudo) piegato ad U e fissato ad un sopporto. La lettera *D* rappresenta una guaina di latta che si calza ad una delle estremità dell'U e serve a fissarvi i disegni; una volta collocatili a posto non si ha più che a far vibrare la sbarra di metallo per vederli trasformati.

La figura rappresenta alcuni disegni semplici e le relative trasformazioni:

1 (figura in basso) diventa 1 (figura in alto)
3 » » » 2 » »
5 » alto » 4 » basso, a destra.

I disegni 6 e 7 danno pure belle trasformazioni. Si possono ottenere infinite varietà di combinazioni, poichè esse dipendono non solo dalla forma del disegno primitivo, ma anche dall'ampiezza delle vibrazioni.

LA RÉTINA IN DIFETTO

Esiste nella rétina un punto detto cieco (*punctum cœcum*) la cui sensibilità per la luce è assai ottusa, quasi nulla. Si tratta d'un piccolo spazio circolare occupato dall'estremità del nervo ottico e dal quale divergono tutti i filamenti nervosi che costituiscono la rétina.

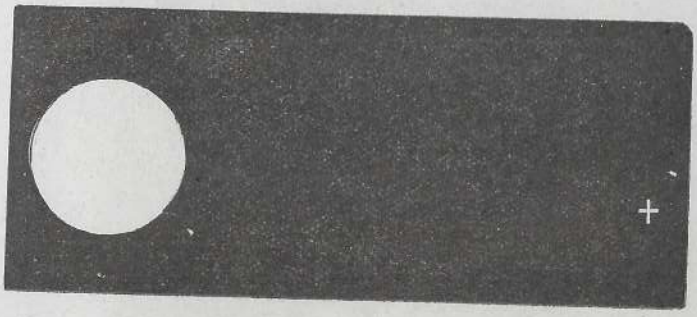


Fig. 488.

Un'esperienza che si riferisce a tale particolarità della rétina consiste in questo. Si chiude p. es. l'occhio sinistro e si fissa col destro la piccola croce bianca della fig. 488.

Se si allontana o si avvicina il foglio all'occhio, si osserva che, alla distanza di circa 30 cm., il cerchio bianco scompare completamente e il fondo apparisce completamente in nero.

IL TAUMATROPO

Questo giocattolo semplicissimo si può costruire con tutta facilità.

Si tratta di disegnare (o di fissare) sulle due facce d'un pezzo di cartoncino, due figure in modo tale che imprimendo poi al car-

Fig. 489.

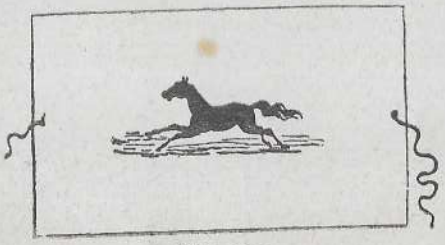


Fig. 490.

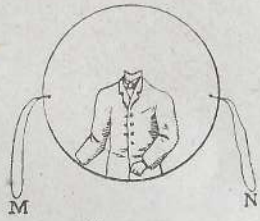


Fig. 491.

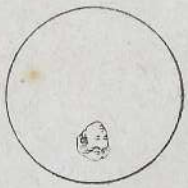


Fig. 492.

toncino un rapido movimento di rotazione intorno ad un certo asse, mediante due cordoncini fissati a due lati opposti, le due figure vengano a formarne una sola, sempre per la *persistenza* delle immagini sulla *rétina*.

Naturalmente le due figure debbono essere collocate a posto con cura in modo che nella rotazione vengano ad assumere, l'una rispetto all'altra, la voluta posizione. Svariatissimi possono essere

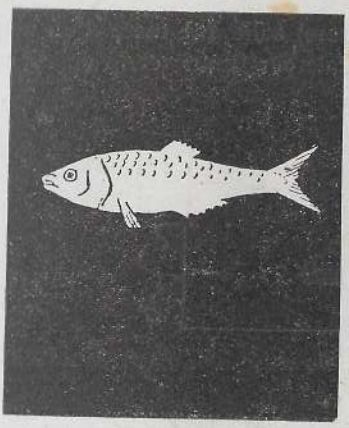


Fig. 493.

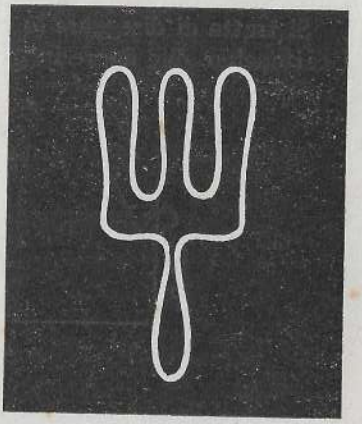


Fig. 494.

Fig. 495.

Fig. 496.

i soggetti per disegni di questo genere; uno dei più comuni è un uccellino con la relativa gabbia. Le fig. 489 e 490 rappresentano un Indiano pellirosse col suo cavallo e le figg. 491, 492, 493, 494,

495, 496, un uomo senza testa, un pesce e la graticola, una gabbia e il papagallo (1).

Invece di disegnare delle figure si possono scrivere dei caratteri che nella rotazione vengono a comporre delle parole, come per esempio: nella fig. 497.

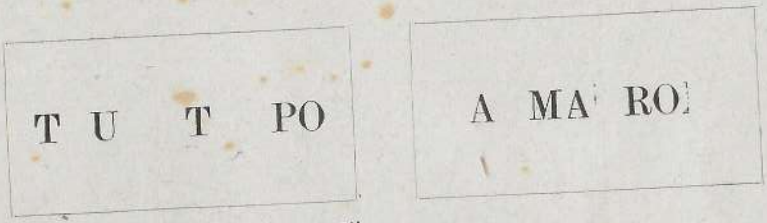


Fig. 497.

FIGURE ED OMBRE ANIMATE

Si disegnano su carta o cartoncini traslucidi delle figure a piacere, uomini od animali, e si tratteggiano oppure si coloriscono.

Si riportano le parti che si vogliono animate da movimento, tagliate in carta fissandole in modo che restino in parte staccate dal cartoncino, sì che illuminando la figura le loro ombre vengano a proiettarsi sul cartoncino stesso (fig. 498).

Tenendo allora fermo il disegno e facendo muovere dietro ad esso un lume, le ombre delle parti riportate, che non aderiscono completamente alla carta, varieranno alquanto nella loro posizione, in modo da produrre l'illusione del movimento di esse, ossia dell'animazione delle figurine.

Nella figura sono indicate in nero le ombre prodotte da tali parti sul fondo del disegno.

Per le *ombre* animate occorre la costruzione del piccolo apparecchio rappresentato dalla fig. 499. Esso consiste in un disco di cartone al quale si fissa una scatoletta cilindrica, il tutto attraversato da un fil di ferro che servirà come asse di rotazione su apposito sostegno. Si segna sulla superficie curva della scatola un'elica a matita e sul cartone una semicirconferenza concentrica

(1) Vedansi in fine del volume le figure 489 a 497 riprodotte a parte.

al disco stesso. Si divide l'elica in un certo numero di parti eguali e la semicirconferenza in altrettante parti eguali fra loro; ma senza obbligo che siano anche eguali alle divisioni dell'elica. Si uniscono ordinatamente i punti di divisione dell'elica con quelli

Fig. 498.

della semicirconferenza per mezzo di fili tesi. Finalmente su questi fili s'incollano strisciole di carta in modo da formare una superficie elicoidale unita più che sia possibile.

Ciò fatto si ritaglia una figurina adatta e si fissa opportunamente al sopporto; si fa in modo che l'ombra di essa venga

proiettata sulla superficie elicoidale e s'imprime al disco un movimento di rotazione intorno al suo asse. Allora accadrà questo: siccome la superficie sulla quale si proietta l'ombra non è piana,

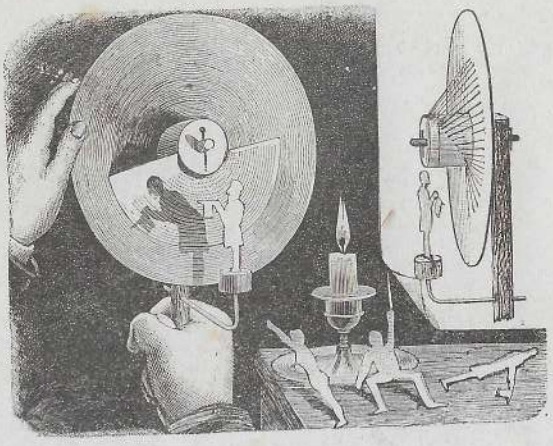


Fig. 499.

ma la distanza dei suoi punti dalla figurina varia nella rotazione, tale ombra subirà spostamenti graduali che col loro succedersi daranno l'illusione d'un movimento della figurina.

LA TROTTOLA CAMALEONTE

La trottola rappresentata nella fig. 500 deve essere di metallo, pesante e munita di un foro secondo il suo asse, nel quale si colloca una punta metallica a manico; si avvolge lo spago nell'apposita gola e si determina un forte movimento di rotazione, ponendo la trottola in un coppetto di porcellana (quelli per istemperare l'inchiostro di Cina servono benissimo) e si estrae tosto la punta che da principio ha servito a tenere in equilibrio la trottola. In tal modo il movimento è rapidissimo e, stante l'attrito minimo, assai persistente. A questa trottola si fissano opportunamente (a vite o introducendoli con destrezza nel foro che ha servito a tenerla ritta con la punta già descritta) dei dischi di latta o di carta variamente colorati e contornati, dei fili metallici a

sagoma, ecc. La *persistenza delle immagini* sulla rétina e la *sovrapposizione dei colori* produrranno illusioni d'ottica graziose e variate all'infinito. Il balocco ha dunque un gran merito, specialmente per il mondo minuscolo, quello della *varietà*.

Fig. 500.

CINEMATOGRAFO.... SEMPLIFICATO

Si tagliano in un pezzo di cartoncino bristol delle figurine in modo tale che rappresentino all'incirca le posizioni successive che corrispondono ad un dato movimento, per esempio all'innalzamento delle braccia. Si potranno fare in questo caso cinque figurine come è indicato nella fig. 501. Si fissano poi all'orlo di un tegamino od altro simile piattello ben liscio all'esterno. Questo si colloca poi su di un piatto un po' convesso nel mezzo, come lo sono in generale i piatti di qualità ordinaria; oppure si colloca sull'acqua in una scodella in modo che galleggi liberamente. Basterà allora imprimere al piattello un rapido movimento di rotazione il cui risultato sarà quello di far apparire le figurine nell'atto di compiere quel movimento che è relativo alle posizioni

successive delle loro braccia, gambe, testa, ecc. Occorre però guardare le figurine attraverso ad un forellino praticato con un ago in una carta da visita, in modo che l'occhio non venga ad essere distratto. Sembrerà in tal modo di vedere una sola figurina ani-

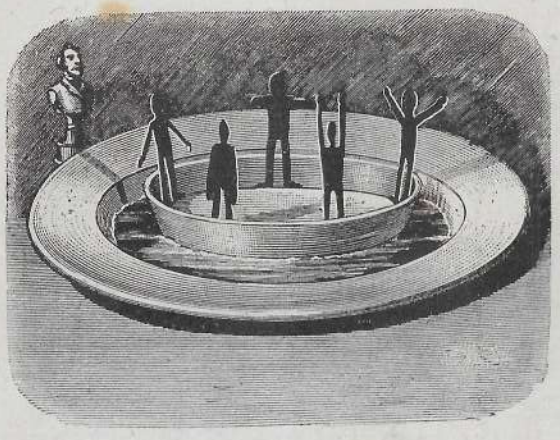


Fig. 501.

mata dal detto movimento. Con un po' di abilità si possono combinare figurine che riproducano, fino ad un certo punto, l'effetto dei noti giocattoli detti *praxinoscopio* e *zootropo*.

L'APPARIZIONE MAGICA

Basandosi sulla persistenza delle immagini sulla retina si può fare quest'altro grazioso esperimento.

Si fissi l'immagine della fig. 502, ben illuminata, tenendo gli occhi diretti ad un punto fisso di essa e ciò sino ad averne gli occhi un po' stanchi. Fissando allora lo sguardo su di una superficie bianca qualunque (muro, carta, ecc.), si vedrà apparire su di esso l'immagine della nostra figura in modo ben netto e tanto più grande quanto maggiore sarà la distanza fra l'occhio e la parete bianca. Chiudendo gli occhi l'immagine scompare ma fissando nuovamente il campo bianco essa riapparisce, più affievolita però, e così di seguito fino a scomparire definitivamente.

Molti avranno certamente osservato un fenomeno analogo quando si fissa per un istante il sole al tramonto; la sua immagine si vede ancora per qualche tempo fissando sia il cielo, sia una parete chiara qualsiasi.

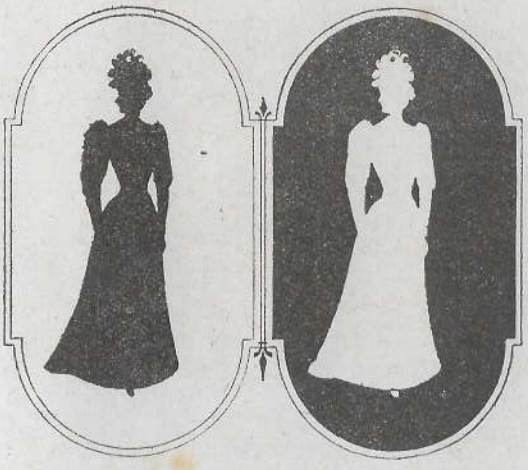


Fig. 502.

LETTURA AD ARTIFICIO

Se ad uno scritto si sovrappone un pezzo di canovaccio non è più possibile la lettura attraverso a quella fitta quadrellatura. Per riuscire a leggere occorre far muovere in modo continuo il canevaccio tenendolo aderente al foglio. Anche questo fatto si spiega con la persistenza delle immagini sulla rétina.

UNO SPETTRO ARTIFICIALE

I.

Uno spettro luminoso artificiale fu realizzato per la prima volta da Ch. E. Benham di Colchester nel seguente modo assai semplice. Si tratta di una trottola, o simile dispositivo, capace di imprimere un moto di rotazione intorno ad un asse verticale, o

semplicemente perpendicolare al suo piano, ad un disco di cartone bianco di 3 a 4 cm. di diametro, sul quale si siano tracciate in nero delle porzioni di circonferenza il cui centro coincida coll'asse di rotazione, una delle metà del disco essendo completamente nera, come lo indica la fig. 503.

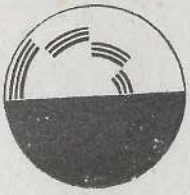


Fig. 503.

Gli archetti non dovranno avere larghezze maggiore di un millimetro.

Imprimendo al disco un movimento di rotazione di una determinata velocità angolare, questo disco apparisce coperto di circonferenze concentriche assumenti tutti i colori dell'iride, assai attenuati, ma che appariscono talvolta con molta ricchezza di tono, dipendente a un tempo dal grado di luce che arriva sul disco e dalla ricchezza spettrale della luce stessa.

I colori muteranno coll'invertire il senso della rotazione; essi appariscono alquanto diversi a seconda di chi li osserva, fenomeno questo non ancora spiegato.

Rosso-scure appariranno le linee nel centro, mentre quelle più lontane sembreranno d'un verde azzurrognolo e le intermedie verdi e gialle, secondo l'intensità della luce.

La spiegazione di questo fenomeno fu data dal fisico inglese Macfarlane Gray, ma è troppo complicata perchè possiamo darne qui un cenno.

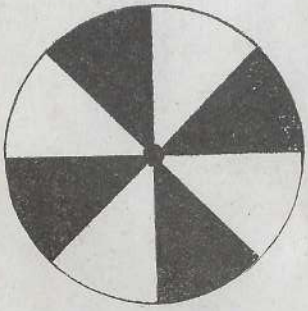


Fig. 504.

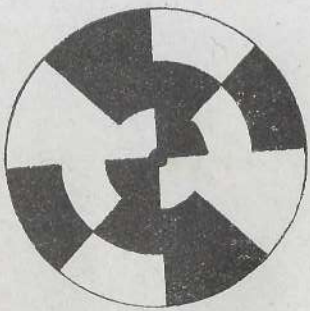


Fig. 505.

II.

Se si fa rotare rapidamente, in piena luce, un disco a settori alternati bianchi e neri (figg. 504 e 505), *dopo alcuni tentativi*, si

vedranno in esso dei colori. Ad una certa velocità di rotazione corrisponderà una tinta verde; aumentando alquanto la velocità si avrà una tinta rosa.

Fig. 506.

III.

Secondo Helmholtz si ottengono più facilmente effetti di questo genere servendosi d'un disco bianco sul quale sia tracciata una spirale nera (fig. 506). Questa spirale si potrà tracciarla col metodo indicato a pag. 347-348.

In fine del volume sono riprodotte le figg. 503, 504, 505, 506 per poterle ritagliare, ecc.

UN UCCELLINO CHE S'INGABBIA DA SÈ

Consideriamo il disegno a destra della fig. 507. Esso rappresenta una gabbia priva del suo abitatore, un uccellino che voglia

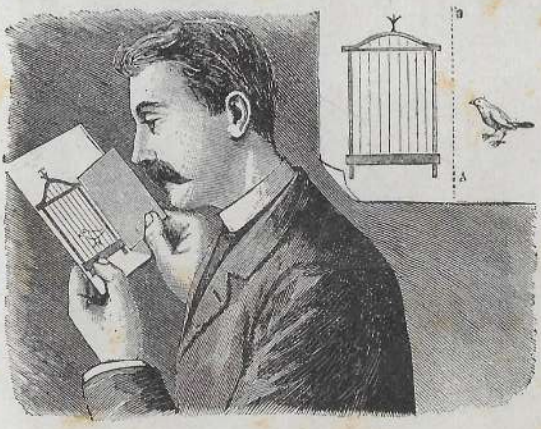


Fig. 507.

godersi la propria libertà al di fuori. Si tratta di far rientrare il piccolo fuggitivo nel domicilio che la tirannia dell'uomo gli ha destinato.

Nulla di più facile. Basta mettere sul disegno, sopra la punteggiatura *A B*, una carta da visita, tenendola perpendicolarmente al disegno stesso ed avvicinare poi il naso al margine superiore della carta da visita fissando il disegno. Dopo alcuni istanti si vedrà il disertore incamminarsi lentamente verso la sua gabbietta e rientrarvi tranquillamente.... raro esempio di docilità nella « pennuta schiera »; tanto più raro poi in quella.... di carta! Naturalmente appena si tolga la carta.... magnetizzata, l'uccellino se ne tornerà fuori immediatamente.

Questo viaggio che ha del misterioso, è dovuto ad un fenomeno di *accomodamento* degli occhi e ricorda le leggi della visione binoculare, cioè della vista *semplice* mediante due occhi.

LA MANO FORATA

Si guardi un oggetto alquanto distante, per esempio un quadro sulla parete di fronte, attraverso ad un rotolo di carta tenuto nella mano sinistra, come si vede nella fig. 508. Nello stesso tempo si

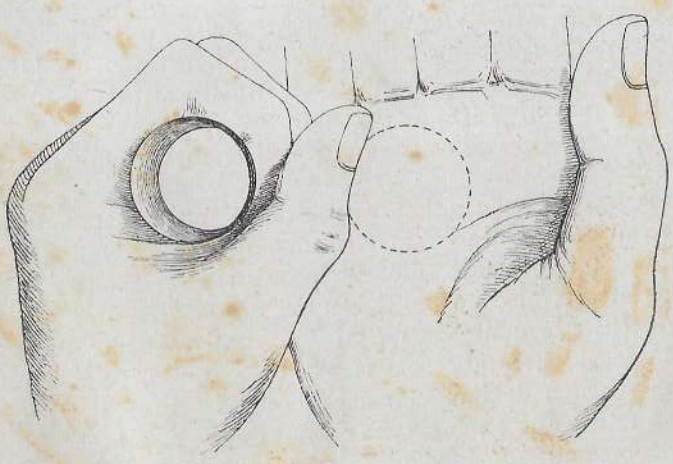


Fig. 508.

disponga il palmo della mano destra steso dinnanzi all'occhio destro e distante da esso circa 18 a 20 cm., tenendo la mano così distesa appoggiata al rotolo di carta.

Accadrà di vedere la pittura attraverso il palmo della mano destra, all'incirca nella posizione del circolo punteggiato come se la mano fosse in quel punto forata. La visione sarà assai netta e si ha la spiegazione del fenomeno nell'abitudine dell'occhio di occuparsi del soggetto principale trascurando gli altri circostanti che pure, se l'attenzione non fosse tutta in quello concentrata, riuscirebbe possibilissimo di discernere distintamente. Di questo abbiamo frequenti esempi che ognuno potrà richiamarsi alla mente. Nel nostro caso, per l'occhio sinistro, è assai distinta la visione della parte di mano compresa nel campo del rotolo di carta, mentre dall'occhio destro viene trascurata la parte corrispondente del proprio campo visivo, compresa quella parte del palmo che per essere fuori del foco riesce indistinta. L'occhio destro vede poi, esternamente a questa parte del campo di visione, il rimanente palmo, indistintamente, perchè fuori del foco, ma tuttavia in modo sufficiente. L'occhio sinistro trascura poi la parte corrispondente del proprio campo, l'interno del rotolo di carta, che parimente trovasi fuori del foco, assai più scura, ed in forte contrasto con l'immagine che gli perviene attraverso il rotolo, assai bene in foco ed illuminata.

L'occhio sinistro vede dunque parte del muro, mentre il destro vede parte del palmo, immagini che il cervello combina in una sola cioè un pezzo di muro rotondo visto attraverso un foro tondo della mano, mentre è trascurato tutto il rimanente.

Scientificamente chiamasi *diplopia* il fenomeno sopraindicato, ossia *doppia visione.*

Le sensazioni sulla retina dei due occhi si trasmettono in concordanza al cervello e questo registra una sola immagine il che si esprime, tecnicamente, dicendo che i raggi emanati da uno stesso oggetto colpiscono punti identici delle nostre due retine e le fibre ottiche emanate da questi due punti sono accoppiate in modo da raggiungere una sola cellula del cervello. Se una causa qualsiasi venga a deviare uno degli occhi, i punti impressionati delle due retine non saranno più simmetrici; le due immagini periferiche non potranno fondersi in una percezione *corticale* unica, per cui si *vede doppio* ossia si ha *diplopia.*

Questa esperienza si presta alla constatazione d'uno strabismo incipiente.

L'ALBERO DI PURKINGE

Per fare quest'esperienza di *endottica*, od ottica *interna*, bisogna collocarsi in una camera oscura, dinanzi ad un muro di colore cupo e far muovere circolarmente la fiamma d'una candela a piccola distanza dall'occhio e un po' di fianco; dopo alcuni istanti si vedrà apparire sul muro una specie di albero oscuro che si muoverà su di un fondo rosso e i cui rami divergeranno da una macchia rotondeggiante (fig. (509).

Fig. 509.

Tale albero detto di Purkinge, che lo studiò, non è altro che l'ombra dei vasi sanguigni sulla retina e che *ci sembrano* esterni a noi. La macchia scura è il *punctum cæcum*, cioè quel punto della retina sul quale formandosi una immagine non viene trasmessa al cervello e riesce quindi *invisibile* (V. pag. 390).

Si potrebbe anche ottenere lo stesso risultato facendo muovere dinanzi ad una finestra ben rischiarata, una carta con un piccolo foro; però in questo modo la vista rimane più affaticata.

UDITO

Il padiglione dell'orecchio è destinato a raccogliere le onde sonore, ma essendo esso rivolto in avanti, i suoni che partono da tale direzione sono percepiti più nettamente di quelli prodotti all'indietro ad uguale distanza. Riempiendo con cera le pieghe del padiglione non si è più capaci di apprezzare tale direzione; lo stesso avviene quando si pongano le mani alle orecchie facendone contro-padiglione vôlto all'indietro.

Si faccia sedere una persona bendata e si produca un suono secco battendo insieme due monete (fig. 510). Se il suono viene prodotto a destra od a sinistra della testa, il bendato indicherà esattamente da qual parte esso è avvenuto; ma se si fanno tintinnare

le monete in un punto qualunque d'un piano verticale ideale che divida il corpo in due metà simmetriche, il senso dell'udito viene messo completamente in fallo. Nove volte su dieci la persona bendata indicherà come prodotto dietro la sua testa il suono vibrante sotto il mento; lo sentirà dinanzi quando avviene sopra la testa, ecc.

A molti sarà avvenuto un fatto analogo senza essere bendati. In campagna un trillo d'un grillo difficilmente serve di guida per

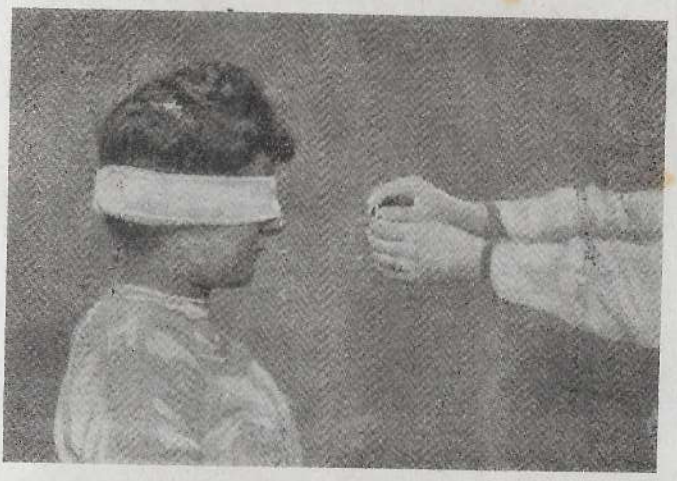


Fig. 510.

trovare l'insetto; infatti la prima volta sentiamo il trillo a destra od a sinistra e giudichiamo esattamente della direzione nella quale esso si trova; ma, volta la testa da quella parte, il suono si produrrà nel piano mediano del nostro corpo ed allora ci troveremo nel caso suindicato, nel quale l'apprezzamento della direzione riesce erroneo.

Da ciò risulta che per iscoprire l'origine d'un rumore istantaneo occorre, non guardare di fronte, ma inclinare leggermente la testa da un lato o dall'altro in quella posizione tanto naturale che ha dato luogo all'espressione « tendere l'orecchio ».

GUSTO

Fra i molti errori del gusto — uno dei sensi più bizzarri e più ricco di idrosincrasie — è curioso questo: Se si mettono sulla lingua corpi di sapore diverso — sale, zucchero — non si percepiscono i due sapori simultaneamente, e neppure un sapore misto, ma le sensazioni di *dolce* e di *salato* si alternano.

OLFATTO

Si verifica per l'olfatto un fenomeno simile a quello che abbiamo indicato per il gusto, come si può constatare eseguendo

Fig. 511.

l'esperimento indicato nella fig. 511 mettendo in uno dei bicchieri un po' di ammoniaca, e un po' di menta nell'altro.

LA GAMBA INSUBORDINATA

Proponetevi di descrivere un cerchio ipotetico, con la mano in un senso e col piede in senso contrario, come è indicato nella figura 512. Nulla di più semplice in apparenza; eppure.... provate e se vi riuscite siete bravi davvero!

Fig. 512.

E perchè non si riesce? La spiegazione potrebbe forse richiedere lo studio del fisiologo e dello psicologo; ma possiamo contentarci di pensare che non si riesce per mancanza d'esercizio, di abitudine.

Altri movimenti *contrarii simultanei* presentano pure grandissima difficoltà, così ad esempio lo scorrimento d'una mano sul petto in senso verticale, mentre l'altra scorre sul ventre in senso orizzontale; l'avvicinamento del medio all'indice e dell'anulare al mignolo, allontanando nello stesso tempo il medio dall'anulare e viceversa, ecc.

LA MANO INSUBORDINATA

Si tenga nella sinistra una scatola di fiammiferi. Si deve, estrarne uno, accenderlo, rimetterlo spento nella scatola e rinchiuderla, sempre adoperando la sola mano sinistra. In una gara di questo genere quanti saranno gli squalificati per non aver saputo resistere al bisogno abitudinario di usare la destra!

MOVIMENTI INVOLONTARII

Provate ad appoggiare il gomito sopra una tavola tenendo fra il pollice e l'indice un pendolo formato da un anello appeso ad un filo; guardate fissamente l'anello e poco dopo vedrete il pendolo eseguire delle oscillazioni pur restando il braccio apparentemente immobile. Per far cessare le oscillazioni basterà dare un appoggio alla mano o bendare lo sperimentatore; infatti le oscillazioni erano dovute ad un movimento quasi impercettibile, ed *involontario* dell'avambraccio o della mano per azione riflessa dovuta allo sguardo che fissa il pendolo e la direzione che esso *dovrebbe* prendere.

Molti altri esempi di questo genere si potrebbero citare, che sono studiati dai fisiologi; quanta potenza ha su di noi l'abitudine!

LA SIGARETTA RIBELLE

Questo è un tiro da farsi ad un fumatore di sigarette abituato a farsele di propria mano, una varietà ormai difficile a rintracciare in tanto predominio di meccanica.

Trovato dunque il soggetto, fatelo collocare dinanzi ad uno specchio, con carta e tabacco in mano e proponetegli di arrotolare la sua sigaretta osservando nello specchio i propri movimenti; gli renderete impossibile di osservarli direttamente, interponendo fra le sue mani e i suoi occhi un qualsiasi schermo. In tali condizioni il povero fumatore si troverà imbarazzatissimo ad eseguire quel piccolo lavoro nel quale ha pertanto tanta pratica da poterlo eseguire magari nell'oscurità o bendato.... ma quello specchio è un gran traditore col suo invertire il senso dei movimenti!

CERTE COSE COSÌ FACILI!

I.

Eccovene una. Proponete ad un Tizio, che avrete fatto sedere sopra una sedia comune, col dorso appoggiato alla spalliera e le gambe strette e verticali, di alzarsi da sedere senza piegare le gambe all'indietro nè portare il busto all'innanzi.

Se il Sig. Tizio non è prevenuto sull'argomento, troverà troppo facile l'eseguire il movimento alle condizioni da voi prescritte, salvo a ricredersi all'atto pratico.

II.

E un'altra. Vi fanno sedere su di una bottiglia (robusta per carità) coricata sul pavimento, vi fanno incrociare le gambe, vi danno una candela accesa in una mano ed una spenta nell'altra e vi propongono di accendere questa avvicinandola a quella.

Fig. 513.

Anche se siete un bravo ciclista troverete questa mansione provvisoria di accendifanali un po' troppo difficile e probabilmente.... farete sciopero.

III.

Per consolarvi dell'insuccesso, o almeno della fatica durata per conseguire lo scopo di cui al N. II, potrete proporre la cosa a

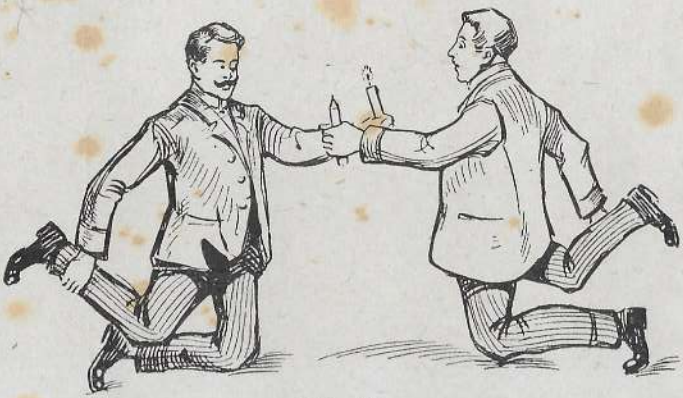


Fig. 514.

due persone che farete inginocchiare nella posizione della fig. 514 e.... mal diviso sarà mezzo gaudio.

IV.

Si tratta di assumere la posizione indicata in figura e di raccogliere un giornale con la bocca. Pochissimi vi riusciranno senza lasciar libero il piede tenuto con la mano, il che è contro la regola del gioco.

Fig. 515.

V.

Collocatevi a 50 centim. almeno da un muro; appoggiate la testa al muro aiutandovi con uno sgabello, come nella fig. 516. Sollevate allora lo sgabello dal pavimento e provate a rialzarvi; non vi riuscirà perchè il vostro *centro di gravità* è troppo spostato rispetto al vostro punto d'appoggio costituito dai piedi.

Fig. 516.

POVERO ERCOLE, FELICE MEMORIA!

Volete proprio far arrossire l'ombra del nerboruto mitologico campione? Nulla di più facile; tenete le braccia piegate nel modo indicato dalla figura 517 puntando un indice contro l'altro, e invitate una persona a provarsi ad allontanare le vostre mani l'una dall'altra facendo forza sulle vostre braccia.

Potrete sviluppare una forza di resistenza a tali tentativi, veramente erculea, tale che al vostro paragone si potrà proprio dire: Povero Ercole!

Fig. 517.

Ma.... (e dove mai non si ficca un *ma*?) dovrete mettere al vostro avversario una condizione, quella di non dare *strappi* alle vostre braccia, ma di procedere con trazione normale, *continua*. Se vi obbietteranno che Ercole non metteva condizioni, difendetevi imponendo di *provarvelo* e facendo osservare che in ogni modo ora si usano maniere più civili e cavalleresche chè non siamo nè pagani nè barbari!

GINNASTICA DIFFICILE

La difficoltà sta tutta nella *pratica* della cosa, chè quanto a esprimerla a parole è semplicissima: *Afferrare* con la mano destra la punta del naso e con la sinistra il labbro dell'orecchio destro indi cambiare rapidamente afferrando il labbro dell'orecchio sinistro con la destra e con la sinistra nello stesso tempo la punta del naso. Nel primo caso il braccio sinistro deve trovarsi esternamente, nel secondo caso il destro.

Ed ora all'opera, a gran velocità; ma intendiamoci bene; l'operazione deve esser fatta *da voi su naso e orecchie vostre*, se no addio difficoltà....

BOTANICA.... SPECIALE

COLTURE SENZA TERRA

I.

In sabbia o muschio. — Si preparano i semi alla germinazione, lasciandoli immersi nell'acqua per 24 ore. Si dispongono poi sulla sabbia fina in un recipiente qualsiasi, oppure su di uno strato di

muschio. Si inaffia di frequente, ma senza dar luogo ad accumulo d'acqua sul fondo del recipiente. In pochi giorni i semi germoglieranno (figura 518).

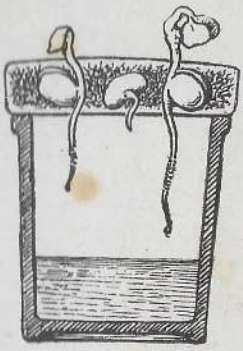


Fig. 518.

Si può disporre sopra un bicchiere una vecchia scatola di metallo dopo aver forato con un chiodo il fondo in varii punti. Nella scatola si dispone il muschio e si inaffia.

Si vedranno dopo alcuni giorni le radici svilupparsi attraverso i fori e dirigersi verso il fondo del bicchiere, dove si sarà accumulata l'acqua delle inaffiature. Sono adatti i fagioli, le fave, i piselli, le lenti, nonchè le ghiande, le faggine, le castagne, i semi di acero, d'olmo, ecc

II.

Nella spugna. — Si sospende una vecchia spugna, dopo averla nettata con acqua calda, e si spargono nella cavità dopo averli fatti macerare in acqua per alcune ore, dei semi di *crescione, lino, trifoglio, graminacee,* ecc.

Si ha cura di mantenere umida la spugna inaffiandola alquanto ogni giorno.

III.

Su terra cotta porosa. — Si trovano in vendita dei vasi porosi sui quali si possono far aderire i semi di cui nei numeri che precedono e che in grazia dell'umidità che ricevono in modo continuo attraverso le pareti del vaso, nel quale si mantiene dell'acqua, non tardano a germogliare formando una bella vegetazione effimera che finisce col nascondere il vaso.

Si vendono pure delle teste-caricature di terra cotta *calve* che si possono rendere *capellute* nel modo indicato.

IV.

Su carote, rape, ecc. — Scegliamo una bella carota e, senza troppo tardare dopo il suo sradicamento dal suolo, pratichiamovi delle cavità più ampie in profondità che all'orifizio, tagliamone

le radichette e le foglie; tagliamo pure tutte le piccole radici di due belle cipolle, e d'uno spicchio d'aglio, e collochiamo questi bulbi nelle rispettive cavità, versandovi dell'acqua, senza però riempirle, e assicuriamo poi l'equilibrio della carota su di un piatto.

Ogni giorno occorrerà rimettere un po' d'acqua nelle dette cavità, avendo cura però che non ne rimanga nel piatto il che produrrebbe la putrefazione della carota.

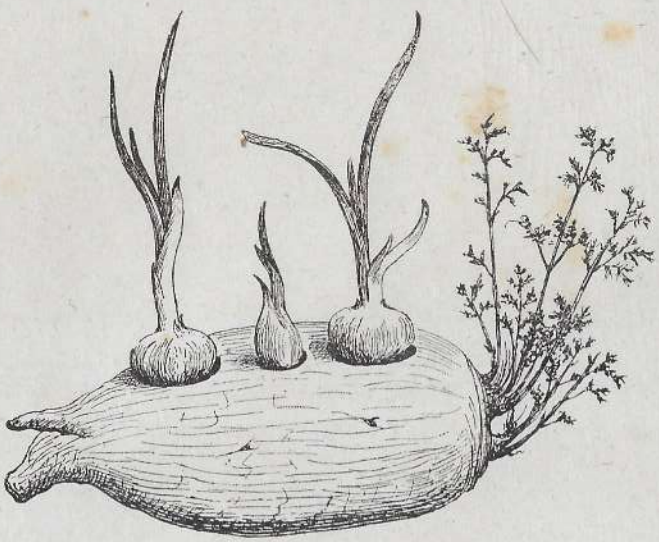


Fig. 519.

Dopo tre o quattro giorni alla parte inferiore dei bulbi appariranno delle piccole radichette bianche che presto ingrandiranno, fino a riempire tutta la cavità; l'innaffiamento si farà allora senza sollevare totalmente le pianticelle per non sciuparne le radici; si avrà anche cura di recidere quelle che eventualmente fossero infracidite.

Non tarderanno poi a svilupparsi le gemme dei bulbi non solo, ma anche la carota emetterà, come vedesi nella fig. 519, i suoi bravi germogli che, stante la sua posizione orizzontale si dirigeranno obbliquamente rispetto all'asse della carota tendendo alla verticale, o verso la luce se da questa siano tenuti discosti.

Un'altra di queste bizzarre colture, si può ottenere facilmente, quella cioè d'una cipolla su di un navone.

V.

La patata anomala. — Si pratica una larga cavità nel bel mezzo d'una patata di forma allungata e perfettamente sana, avendo cura di lasciare alle pareti sufficiente grossezza da poter trattenere l'acqua che vi dovrà poi essere immessa. Si dispone la patata su di un piatto o sopra un'assicella, collocandola sopra un mobile

Fig. 520.

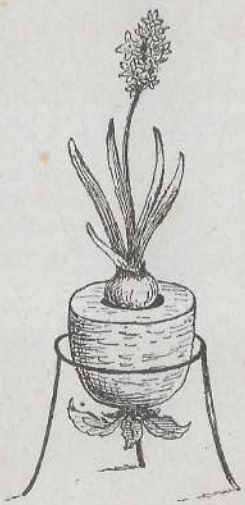


Fig. 520 *bis*.

in ambiente caldo, a circa 2 metri da una finestra, e in modo che sia illuminata da un sol lato.

Ogni giorno si riempie d'acqua la cavità, osservando che non rimanga *bagnata* la parte della patata che poggia sul supporto, ma solamente *umida*.

Poco dipoi la patata comincerà a metter fuori dei fascetti di bianchi filamenti radicali terminanti in delicati ciuffetti di peli bianchi assorbenti, mentre le gemme si svilupperanno dando luogo a lunghi germogli bianchi.

In capo a 15 giorni le radici formeranno un fitto intrico e gli steli lunghi e sottili s'inclineranno verso la finestra. Mutando allora la posizione della patata per modo che gli steli siano volti verso la parte in ombra dell'ambiente, essi cambieranno direzione volgendo ancora in pochi giorni le punte verso la finestra, assumendo così una forma in curva assai accentuata; ripetendo ogni settimana tale spostamento si finirà coll'ottenere degli steli bizzarramente contorti; essi raggiungeranno la lunghezza di circa 40 cent. e svilupperanno in varii punti della loro superficie delle gemme e delle foglioline verdi. Si può, senza danno, utilizzare la cavità per coltivarvi un bulbo, come si è indicato nei numeri che precedono.

VI.

Si possono dare alle colture su carota, navone o simili le disposizioni della fig. 520 appendendole, per mezzo di fili di ferro zincato, a modo di *corbeilles*, oppure a modo di vaso, come nella fig. 520 *bis*.

L'epoca più adatta per queste colture è quella compresa fra l'ottobre e il gennaio; si collocano presso la finestra, in ambiente riscaldato. Si possono pure ottenere buonissimi risultati con le barbabietole che si prestano bene anche per lo sviluppo dei bulbi di giacinto i quali, con qualche cura si possono portare sino alla fioritura.

Peccato che queste *speculazioni* orticole domestiche non si possono protrarre oltre un periodo di un mese e mezzo all'incirca.

PRIMAVERA ARTIFICIALE

Siamo in inverno; gli alberi del giardino mostrano il loro scheletro coperto di neve.... C'è la sua bellezza in questo paesaggio, ma come sarebbero più belli fioriti quei rami! Ebbene proviamo a fare il miracolo, almeno per qualche ramoscello.

Tagliamo con una sega, obbliquamente, un ramo d'albero lungo circa 50 cm., immergiamolo in acqua corrente per liberarlo dalla neve e dalla brina e per rammollirne le gemme. Poniamolo poi in un vaso pieno d'acqua alla quale avremo aggiunto della calce viva, che vi lasceremo per 12 ore.

Collochiamo il vaso nel quale è stato posto il ramo in un ambiente riscaldato a temperatura ordinaria e fissiamo il ramo in posizione verticale. Versiamo nell'acqua qualche goccia d'acido solforico per impedirne la putrefazione.

Inaffiamo i rami con acqua non troppo fredda. Dopo alcune settimane i fiori cominceranno a sbocciare, indi si svilupperanno pure le foglie.

Con dose maggiore di calce si attiverà la germinazione, mentre la si ritarderà senza l'impiego della calce, nel qual caso le foglie appariranno allo stesso tempo dei fiori.

Occorre rinnovare l'acqua ogni settimana, usandola tiepida. La vegetazione sarà tanto più rapida quanto più (entro certi limiti) la temperatura ambiente sarà calda e l'aria satura d'umidità.

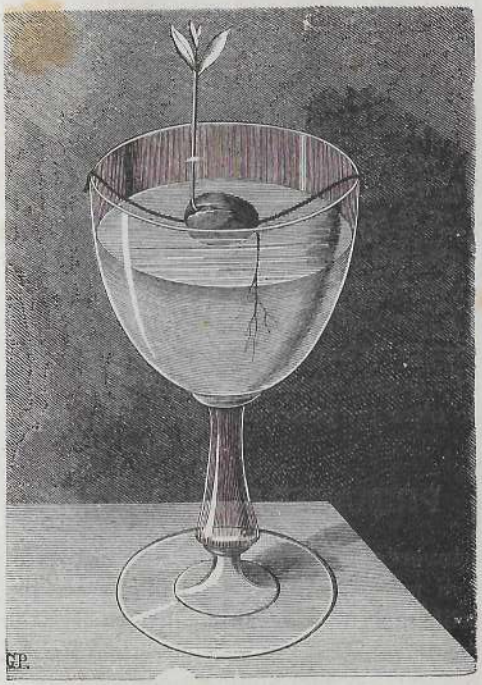


Fig. 521.

SILVICOLTURA.... CASALINGA

Scegliete una ghianda ben sana e matura, attraversatela con un filo, senza intaccare l'embrione e sospendetela così in un bicchiere contenente acqua in modo che la ghianda la tocchi appena (fig. 521).

Dopo qualche tempo si formerà la radice che scenderà nell'acqua; in seguito i *cotiledoni* della ghianda si apriranno e ne uscirà il piccolo stelo con le sue fogliette e la piccola quercia continuerà così a vegetare per varii mesi acquistando un certo sviluppo. Certo non dovete far conto, lasciandola così, di potervi un giorno riposare all'ombra della sua folta chioma!

ARIA LIQUIDA

La temperatura dell'aria liquida è di — 182° a — 194° a seconda della proporzione dell'ossigeno. Occorre molta prudenza nel farne uso per esperimenti. Un dito immerso in essa si congelerebbe istantaneamente e sarebbe perduto. Le *scottature* che produce sono di lentissima guarigione.

Si può, nondimeno, fare questo curioso esperimento: immergere nell'aria liquida un pesciolino rosso, esso resterà tosto congelato, ma riacquisterà subito la vita e si metterà a nuotare vigorosamente, se introdotto in acqua dolce a temperatura ordinaria.

Si può rendere evidente l'azione che l'elettricità esercita sul vetro immerso nell'aria liquida, foggiando una forchetta di vetro con due punte e strofinando una di queste con un pezzo di cuoio; immerse le due punte nell'aria liquida ed estratte, quella elettrizzata apparirà rivestita di piccoli aghi di ghiaccio disposti radialmente, mentre la punta non elettrizzata sarà coperta d'un soffice strato di ghiaccio. La forma di setole presa dai ghiacciuoli sulla punta elettrizzata è dovuta alla repulsione delle particelle congelate di vapore acqueo condensato dall'atmosfera.

I liquori, il vino, la birra si solidificano istantaneamente, se immersi nell'aria liquida. Il congelamento dell'alcool — che avviene a — 110° sviluppa però tanto calore che l'aria liquida è portata a violenta ebollizione e l'alcool congelato trabocca in piccola valanga di neve.

Un campanello di piombo, che non ha — naturalmente — alcuna sonorità, diventa squillante se immerso nell'aria liquida, come se fosse di bronzo.

GIOCO DI DOMINO

Come si possono disporre i 28 pezzi in modo da avere raggruppati in quadrati tutti gli 1, tutti i 3 e così via?

Le figure da 522 a 529 ci mostrano alcuni *elementi* della disposizione, nonchè 6 soluzioni del problema.

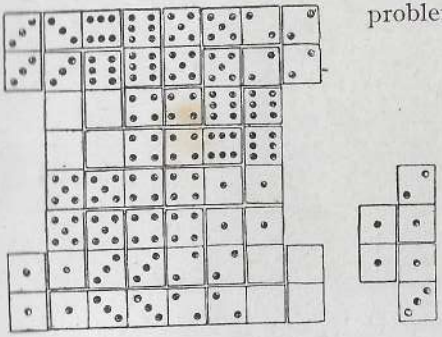


Fig. 522.

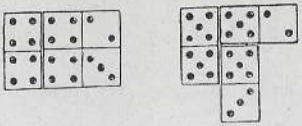


Fig. 523.

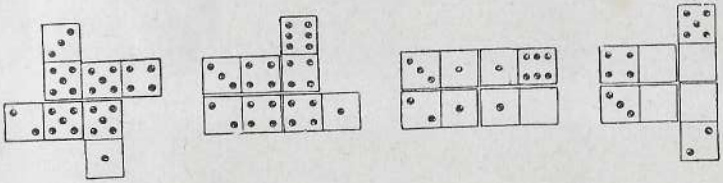


Fig. 524.

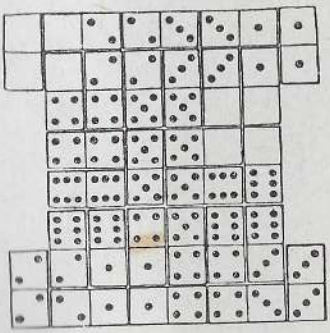


Fig. 525.

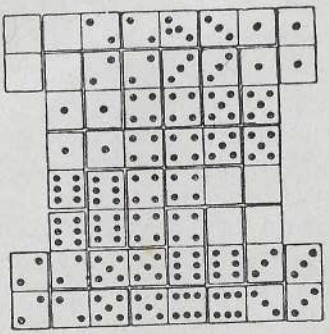


Fig. 526.

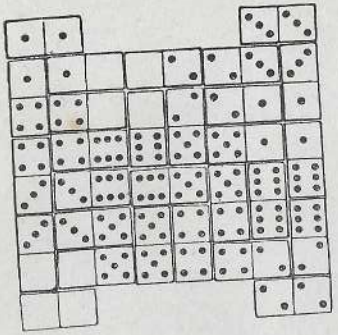


Fig. 527.

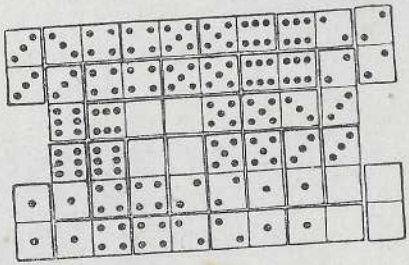


Fig. 528.

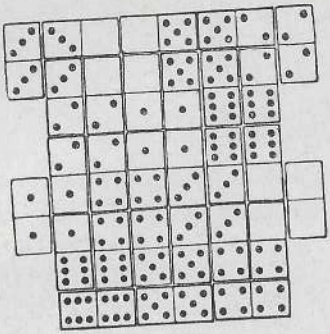


Fig. 529.

I NASTRI PARADROMICI

Ecco (fig. 530) tre anelli di carta 1, 2, 3; essi debbono essere di diametro assai maggiore di quello rappresentato nella figura. Cominciamo dall'anello n. 1; tagliandolo colle forbici seguendo la linea punteggiata, otterremo due anelli distinti rappresentati dal n. 1′. Procediamo analogamente coll'anello n. 2 e invece di ottenere i due anelli non ne avremo che uno della forma n. 2′. Tagliando infine l'anello n. 3 otterremo due anelli intrecciati a catena come nella figura 3′.

Indichiamo ora il modo di preparare questa curiosa esperienza.

Si tagliano delle strisciole di carta di 5 cm. di larghezza per 1 metro ad 1.50 di lunghezza. Se ne incollano le estremità direttamente come nel n. 1 e si avrà il primo anello; se invece si incollano dopo di aver fatto girare una delle estremità su sè stessa si otterrà l'anello n. 2; dando infine due torsioni successive e nello

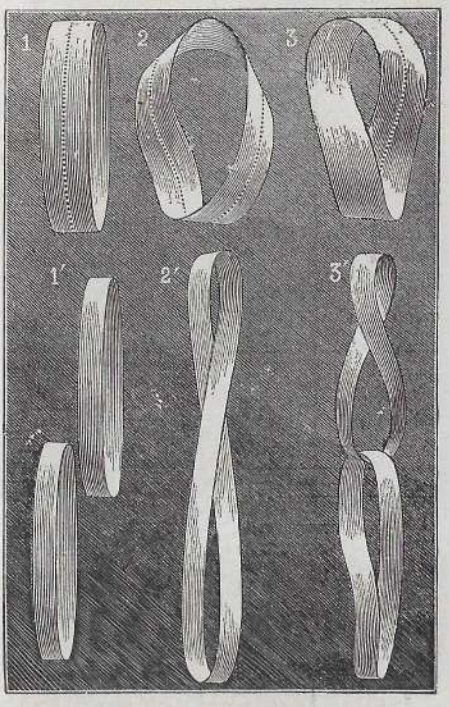


Fig. 530.

stesso senso prima d'incollare si avrà l'anello n. 3. Se ne farà uso dopo aver lasciato seccare la colla.

Le torsioni della carta sono tanto meno appariscenti quanto maggiore è la lunghezza della striscia. Quanto alle linee punteggiate furono indicate nella figura, per maggior chiarezza, ma si può evidentemente farne a meno.

Con tre torsioni si ha un solo anello, ma con un nodo. Con quattro torsioni si ottengono due anelli distinti, ma *intrecciati* fra loro due volte. In generale con n torsioni, essendo n dispari, si

ha un anello con n-2 nodi; con N torsioni, essendo N pari, si hanno due anelli distinti, ma intrecciati N-2 volte.

La spiegazione di questi risultati rientra nel campo della Geometria.... non tanto elementare, per cui siamo costretti ad ometterla.

UNA FABBRICA DI ANELLI DI FUMO

Non si tratta già di un nuovo prodotto da mettere in commercio, ma semplicemente della riproduzione, facile, d'un fenomeno che tutti conosciamo, quello cioè della formazione di anelli di

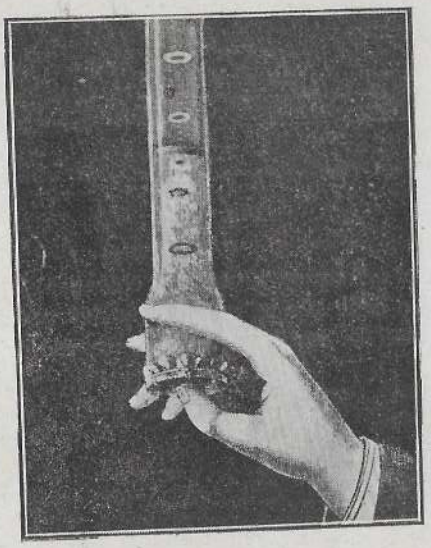


Fig. 531.

fumo o di vapore che si sollevano nell'aria aumentando sempre di diametro fino a dileguarsi, fenomeno che si produce in molte circostanze, come per esempio nello sparo dei cannoni, nel getto di fumo dalla bocca d'un fumatore, nei getti di fumo o di vapore delle locomotive, ecc.

Indicherò due modi di ottenere questi anelli, di riuscita assai più facile che non sia il produrli per mezzo della bocca, fumando.

Si chiude una delle estremità d'un tubo da lampada con una membrana sottile, pergamena o meglio guttaperca, ben legata. S'introduce del fumo denso nel tubo (fig. 531) e quindi vi si spinge fino a metà circa un anello di gomma elastica o un turacciolo di

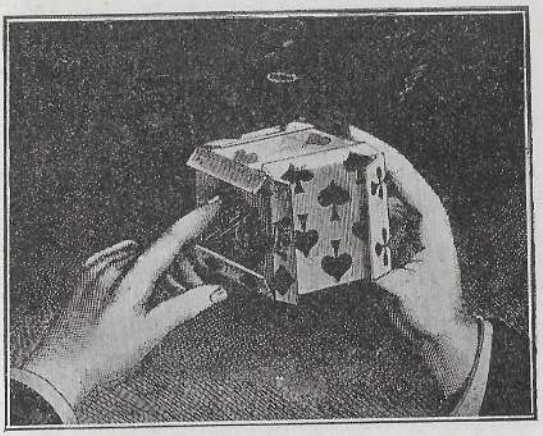


Fig. 532.

sughero forato nel centro ed a perfetta chiusura. Una pressione repentina del fondo cedevole in membrana determinerà l'uscita dal detto foro di anelli di fumo perfettamente conformati.

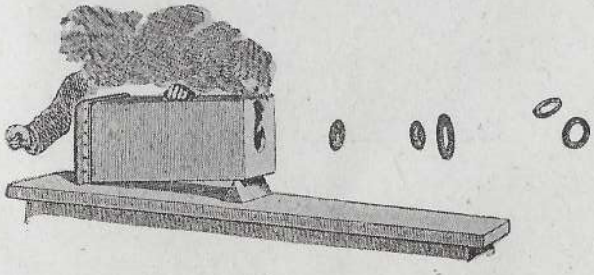


Fig. 533.

Il secondo modo è anche più semplice (fig. 532); si fa con delle carte da giuoco una scatola cubica, in una delle cui pareti si pratica un foro, circolare o meno poco importa. Con la bocca, per mezzo di questo foro, si riempie la scatola di fumo di tabacco; basterà

allora dare nelle pareti della scatola dei piccoli colpi secchi per produrre ancora il fenomeno degli anelli di fumo, sia nel senso verticale come è rappresentato nella figura, sia in altra direzione qualsiasi.

Questi fenomeni han dato luogo ad esperienze e studii dottissimi pei quali Rankine e Maxwell, fisici inglesi, stabilirono una nuova teoria sugli atomi della materia. Helmholtz trovò alcune

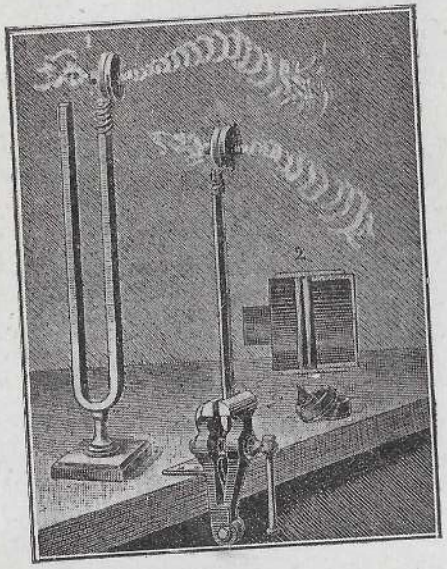


Fig. 534.

leggi del movimento di tali anelli. Il lettore desideroso di maggiori schiarimenti in proposito potrà leggere la 12ª Conferenza (pag. 372) dell'ottimo libro del TAIT « *Conférences sur quelques-uns des progrès récents de la Physique* » (1). Negli esperimenti che accompagnavano tale conferenza il Tait si serviva d'un apparecchio simile alla scatola di carte di cui sopra, come lo indica la fig. 533. Per rendere più stabili e più visibili gli anelli egli si serviva di un'atmosfera pregna di particelle cristalline di sale ammoniaco. Accennerò anche questo procedimento, per chi abbia qualche pratica nel maneggio di sostanze chimiche.

(1) Tradotto dall'inglese — Parigi Edit. Gauthier-Villars.

S'inumidisce il fondo della cassa con dell'ammoniaca; in tal modo si formerà nella cassa un ambiente pregno di ammoniaca gassosa; si mette quindi nella cassa un piatto con del salmarino sul quale si versa qualche goccia di acido solforico del commercio; si svolgerà del gas cloro il quale combinandosi coll'ammoniaca darà luogo alla formazione di sale ammoniaco (cloridrato d'ammoniaca); questo essendo solido e in tenuissime particelle cristalline rimarrà in sospensione nell'aria, formando una specie di nebbia che si potrà far uscire sotto forma di anelli, picchiando, come al solito, sul fondo di tela della cassa.

Si possono ancora ottenere gli anelli di fumo con altra ingegnosa disposizione che serve nello stesso tempo all'osservazione delle vibrazioni delle sbarre elastiche. Abbiasi dunque un *diapason*, oppure semplicemente una sbarra d'acciaio, od un grosso ago da calza stretto in una morsa. Si fissa all'estremità di esso, mediante un po' di filo di ferro crudo (fig. 534) avvolto a spirale, una scatoletta di cartone munita d'un forellino di pochi millimetri su ambedue le facce. S'introduce nella scatoletta del fumo, di tabacco ad esempio, e si fa vibrare la sbarra; ad ogni sua vibrazione corrisponderà l'uscita d'un anello di fumo dalla scatoletta. Occorre però che la scatola sia tramezzata, come lo indica il n. 2, da un disco di gomma elastica messo un po' forzato.

In luogo del fumo di tabacco od altro, si può mettere nella scatola fra la gomma e l'orifizio un poco di carta bibula impregnata di acido cloridrico e di sale ammoniaco (può servire il liquido delle pile per i campanelli elettrici).

Se il foro, anzichè circolare, si fa ovale (con un asse di 20 cm. circa e l'altro di 10) si potranno osservare le deformazioni periodiche che subisce l'anello turbinante, nel suo movimento attraverso l'aria.

ANELLI TURBINANTI DI IDROGENO FOSFORATO

L'idrogeno fosforato è quel gas che, sviluppatosi nella decomposizione di materie organiche sotterrate, si svolge dal suolo e si accende a contatto dell'aria producendo fiammelle — *i fuochi fatui* — terrore dei nostri nonni, bisnonni, ecc.

Mettendo del fosfuro di calcio in un recipiente pieno d'acqua, la cui superficie sia coperta da un buon strato di segatura di legno, si svolgeranno grosse bolle di idrogeno fosforato che s'infiammeranno alla superficie del vaso producendo dei belli anelli di fumo. Ed ecco i fuochi fatui riprodotti in grande.

VORTICI ANULARI NELL'ACQUA

In modo analogo ai vortici nell'aria, di cui nelle esperienze precedenti, si possono ottenere vortici anulari in un liquido. Elwins Northrup ha eseguito in proposito esperienze assai notevoli, che si possono riprodurre nel modo seguente.

Invece della scatola del Tait (V. pag. 423) si usa un tubo cilindrico di circa 8 cm. di diametro, lungo cm. 7, chiuso ad un estremo da una sottile lastra di bronzo fosforoso che si può colpire con una specie di martello metallico che serve da armatura ad una forte elettrocalamita. Al lato opposto il tubo è chiuso da un disco metallico ricambiabile; questo disco è attraversato da uno o più fori di varia grandezza e disposizione.

Il tubo è immerso in una vasca a pareti di vetro, piena d'acqua ed è caricato con una materia colorante che esce sotto l'impulso dei colpi, e dà origine ai vortici in seno all'acqua della vasca.

Occorre che la sostanza colorante sia tale da riuscire ben visibile nell'acqua, e da non colorare l'acqua quando gli anelli vengono a scomporsi.

Il Northrup ottiene anelli rossi usando una soluzione di *ftalina del fenolo* in alcool, arrossata con ammoniaca; l'acqua della tinozza dovrà essere leggermente acidulata con acido cloridrico affinchè venga distrutta, in fine, la colorazione dei vortici.

Per anelli bianchi si carica il cilindro con una emulsione di cloruro d'argento e gelatina; nell'acqua della vasca si aggiunge un po' d'ammoniaca, che scioglie il cloruro d'argento, per cui l'acqua si conserva trasparente.

Si ottengono con questo apparecchio anelli dotati di movimento rapidissimo — circa 2 m. per secondo — in linea retta; conservandosi il piano degli anelli normale alla loro direzione di spostamento.

Quando l'anello esce dal tubo è seguito da una striscia colorata (fig. 535) che scompare a breve distanza dall'orifizio (fig. 536).

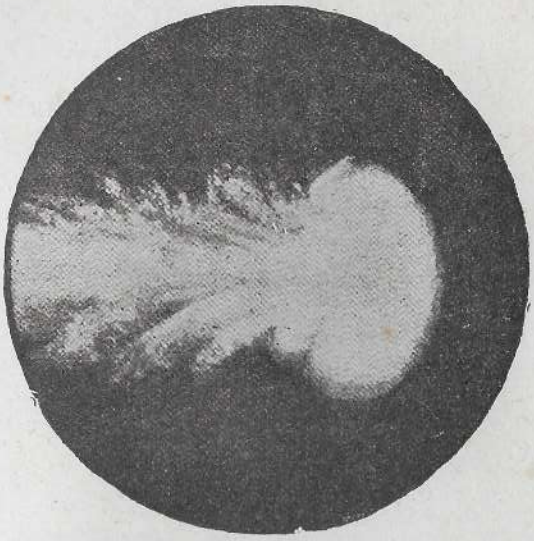


Fig. 535. - Anello accompagnato da striscia colorata al momento in cui esce dall'apparecchio.

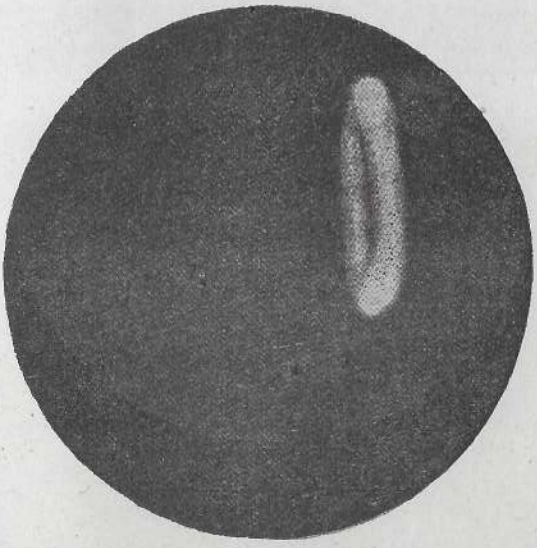


Fig. 536. - Anello ben conformato, privo della striscia colorata iniziale.

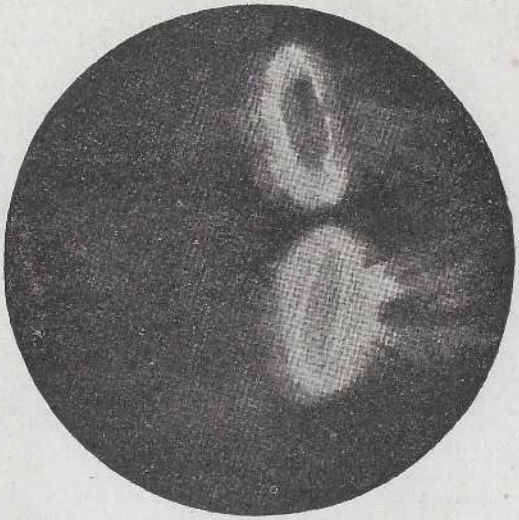


Fig. 537. - Due vortici gemelli.

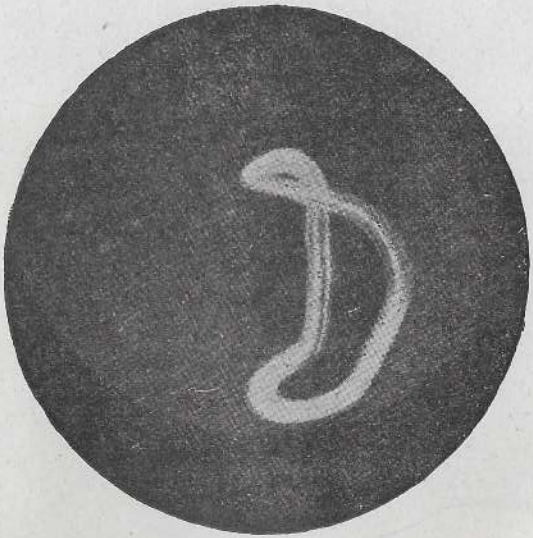


Fig. 538. - I due vortici gemelli fusi in uno solo.

I vortici passano senza deformazione, attraverso a tessuti fini disposti sul loro percorso e fanno piegare gli ostacoli (per esempio una catena) posta sulla direzione del loro moto.

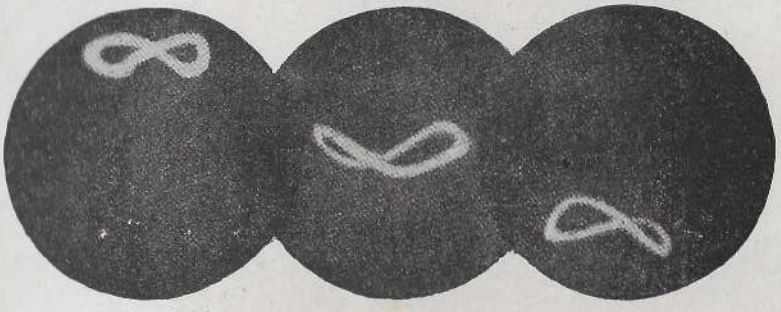


Fig. 539. - Fotografie, a distanza di $^1/_{50}$ di secondo dell'anello della fig. 538.

Se il diaframma in fondo al cilindro porta due fori, uno sopra l'altro, si formano due anelli di uguale aspetto che manifestano tendenza ad attrarsi (fig. 537) e che finiscono col fondersi in uno solo (fig. 538) animato da movimenti vibratorii, che si possono rilevare solamente con fotografie istantanee successive (fig. 539).

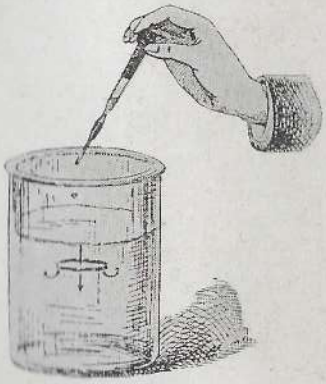


Fig. 540.

ANELLI TURBINANTI LIQUIDI

Se in un vaso, contenente molta acqua, si fanno cadere dall'altezza di alcuni centimetri delle gocce di inchiostro, mediante un contagocce, si vedranno formarsi degli anelli turbinanti simili a quelli prodotti col fumo. Secondo la natura dell'inchiostro si potrà, per tentativi, trovare l'altezza di caduta delle gocce che dà i migliori risultati (fig. 540).

SUI VORTICI AEREI E SULL'ETERE

Gli esperimenti che stiamo per indicare sono talmente interessanti, sia per sè stessi, sia per le deduzioni scientifiche che l'autore di essi, nonchè altri scinziati, hanno creduto di poterne trarre, che abbiamo voluto esporli qui benchè non facili ad essere eseguiti e d'indole assai più elevata di quanto comportino le modestissime pretensioni di questa opera nostra. E lo abbiamo fatto con la speranza di invogliare qualche nostro lettore, che possa disporre dei mezzi occorrenti, a volerli fare oggetto di intelligente studio e a svilupparli come indubbiamente comportano, così da trarne nuove verità, ad incremento del comune patrimonio scientifico ed a particolare onore del nome italiano.

Nella seduta del 25 febbraio 1916 *della Société des Ingénieurs civils de France*, l'ing. Silvain Périssé ha riferito sugli esperimenti che l'ing. Charles Weyher compie da più di 25 anni sui vortici dei fluidi, completando la relazione degli studii del Weyher con alcune sue osservazioni sull'etere e sulla telegrafia senza filo (1). Riassumiamo qui brevemente l'interessante comunicazione.

Se s'imprime un moto di rotazione ad un molinello a palette longitudinali, ad esempio, di 300 mm. di lunghezza e di 50 mm. di diametro, si osserva (fig. 541) che si formano due specie di vene aeree, e cioè vene a spire elicoidali centrifughe B e D che partono dal punto di mezzo del molinello, detto equatore, e vanno verso i punti di estremità, detti poli, e vene a spire elicoidali centripete A e C, che partono dai poli e vanno all'equatore. L'insieme delle vene centrifughe e centripete costituisce il cosidetto vortice.

L'ing. Weyher ha reso visibile il fenomeno in diversi modi, consistenti, ad esempio, nel far cadere dei frammenti di foglie d'oro in vicinanza del molinello in rotazione, nel far girare un molinello ad asse orizzontale in un cilindro ad asse verticale, contenente dell'orzo o della segatura di legno, nel far girare un molinello ad asse verticale al disopra d'un serbatoio contenente dell'acqua che viene riscaldata leggermente.

Nelle prime due esperienze le pagliuzze d'oro ed i granelli d'orzo sono trasportati dalle vene aeree e formano un insieme di

(1) *Societé des Ingénieurs civils de France* - Procès verbal de la séance du 25 Février 1916.

eliche centrifughe e centripete passanti tutte per il centro del sistema che si può chiamare foco; nell' ultima esperienza i vapori che si sviluppano dall'acqua dapprima girano lentamente intorno ad un asse verticale, poi si raccolgono subitamente su delle eliche, le quali restano in equilibrio sotto l'influenza delle forze centrifughe che le attirano verso il basso e delle forze centripete che le attirano verso l'equatore del vortice.

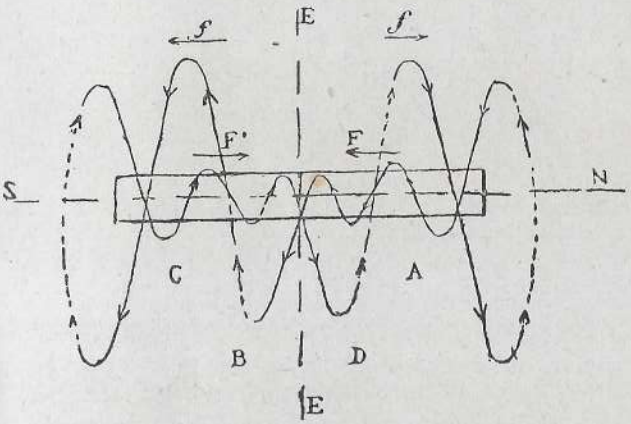


Fig. 541.

L'ing. Weyher ha potuto, così, riprodurre il fenomeno della tromba marina, utilizzando soltanto un semivortice aereo. Utilizzando un vortice aereo, l'ing. Weyher, non solo ha potuto mostrare l'analogia del vortice colla tromba marina, ma ha potuto ottenere questa con tutte la sue particolarità e nello stesso tempo riprodurre il ciclone.

In una serie ulteriore di prove, l'ing. Weyher, costrutta una sfera girevole, formata da palette di forma circolare disposte secondo uno degli assi della sfera e costituente un insieme rigido che poteva girare intorno all'asse, riprodusse con essa le esperienze fatte prima col molinello. Egli osservò gli stessi vortici aerei dissimmetrici rispetto al piano dell'equatore, gli stessi incroci di vene centrifughe e centripete e gli stessi passi destrorsi e sinistrorsi delle eliche formate da queste vene, gli stessi allargamenti delle vene centrifughe, aventi velocità diminuenti progressivamente, in opposizione coi restringimenti delle vene centripete, la cui velocità

aumenta a misura che esse s'avvicinano al vuoto centrale. Presentando, quindi, alla sfera girevole un piccolo molinello infilato in un'ago, l'ing. Weyher potè constatare che il molinello-sonda girava in un senso da una parte del piano dell'equatore ed in senso opposto dall'altra parte.

Le principali esperienze dell'ing. Weyher furono quelle fatte per mezzo d'una sfera girevole disposta in una camera di 4-5 m. di lato e 4 m. d'altezza, completamente vuota di mobili e non

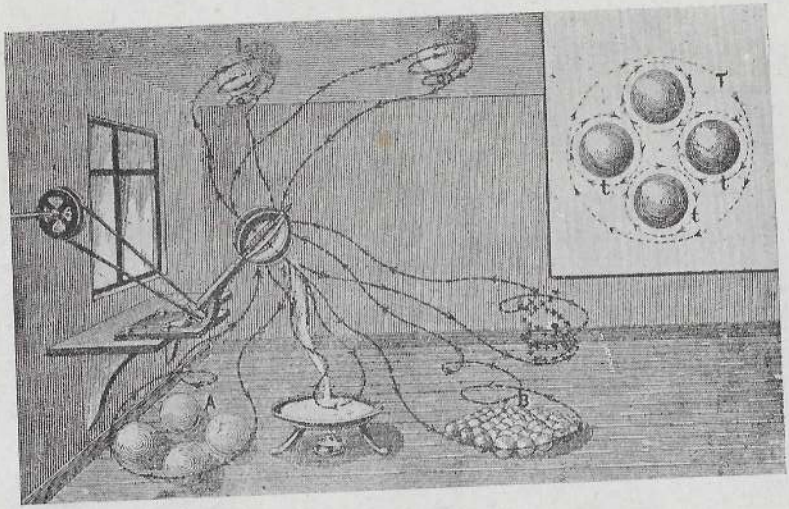


Fig. 542.

soggetta per nulla a correnti d'aria provenienti dall'esterno. La sfera, disposta a metà altezza della camera, era montata su un asse inclinato a 45°, stabilito su un supporto applicato su una tavoletta, come mostra la fig. 542. L'asse di rotazione era messo in azione da un motorino mediante una funicella di trasmissione.

Con questo dispositivo si poterono osservare i fenomeni seguenti:

Tutti i corpi disposti in vicinanza della sfera sono collegati ad essa da vene aeree che partono dalla sfera e vi ritornano senza tregua. Le vene circondano tutti gli oggetti e formano dei vortici locali che azionano gli oggetti stessi.

Le pagliuzze d'oro, introdotte per rendere visibile l'esperienza,

si raccolgono a terra e s'innalzano in piccoli gruppi ad assi più o meno verticali.

Essendovi nella stanza una bacinella d'acqua calda, i vapori che s'innalzano da essa si contorcono in una tromba simile ad una tromba marina.

I palloncini, collocati sul pavimento, si raccolgono anch'essi per gruppi e ciascuno è animato d'un tremolio, d'una vibrazione. Dispersi, essi ritornano rapidamente gli uni contro gli altri. Avvicinando un gruppo di palloncini alla sfera girevole, i palloncini si separano e si disperdono.

Quattro palloncini dispośti sul pavimento saltano gli uni contro gli altri senza toccarsi. Si formano dei vortici locali in un vortice esterno (fig. 542, a destra). I quattro palloncini sono come quattro molecole d'un sol corpo.

Talvolta una pagliuzza d'oro s'innalza da terra e gira intorno ad un palloncino, del quale diviene un satellite.

Due palloncini disposti, sotto il soffitto ed aventi densità alquanto inferiore a quella dell'aria ambiente, si son messi a girare su loro stessi. Uno di essi, staccatosi dal soffitto, si dirige verso la sfera motrice, aumentando di velocità, poi, una volta vicino alla sfera, fa un mezzo giro e prende il largo rallentando la sua velocità, per ricominciare dopo lo stesso doppio percorso, che riproduce l'immagine della traiettoria d'una cometa.

I vortici aerei possiedono proprietà attrattive e ripulsive.

Supponiamo di far girare due molinelli ad alette longitudinali, i cui assi, paralleli tra di loro, possano avvicinarsi l'uno all'altro od allontanarsi l'uno dall'altro.

Si ha, allora, che, se i due molinelli girano in senso contrario, essi, si attraggono, poichè, avendo le vene aeree dei vortici che si formano lo stesso senso di movimento, l'aria tra i due molinelli vien rarefatta e la pressione esterna li avvicina tra di loro. Se, per contro, i due molinelli girano nello stesso senso, essi si respingono, poichè le vene aeree dei vortici rispettivi si dirigono le une incontro alle altre, generando tra i molinelli un aumento di pressione.

Immaginiamo, ora, un piccolo molinello montato su un fuso disposto sul prolungamento dell'asse d'un molinello verticale e supponiamo che il piccolo molinello possa a piacere esser fatto girare liberamente intorno al suo asse, oppure esserne impedito, pur restando libero di spostarsi nel senso verticale.

Mettendo in movimento il molinello grande, si osservò che nonostante le vene centripete del vortice che si forma, il molinello piccolo non si sposta affatto qualora gli si impedisca di girare. Invece, appena lo si rende libero di girare intorno al suo asse, il molinello piccolo è attratto dal vortice e scorre sino alla sommità del fuso assumendo un movimento di rotazione che conserva poi, indefinitamente. Il piccolo molinello diventa anch'esso, in tal caso, un centro di vortici, capace di attrarre altri piccoli molinelli della stessa specie.

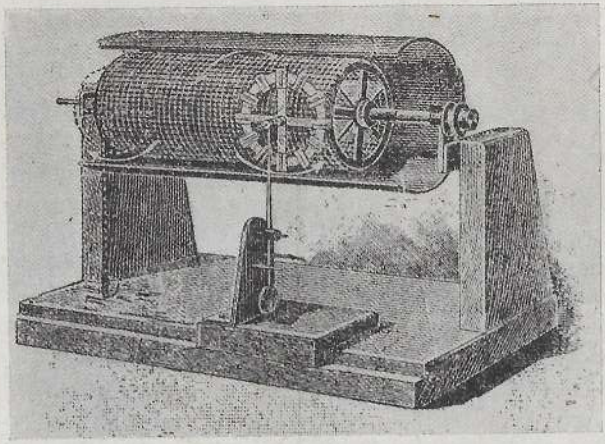


Fig. 543.

L'esperienza può aver luogo con due o tre piccoli molinelli, i quali salgono gli uni dietro gli altri attratti rispettivamente dal molinello che li precede. Risulta, così, che i vortici hanno la proprietà di generare e di attrarre vortici dalla stessa natura; proprietà analoga a quella dei magneti.

Se davanti ad un molinello orizzontale (fig. 543) si porta un altro molinello in modo che i loro assi siano perpendicolari, si osserva che il secondo molinello, quando è presentato ad uno dei poli del primo, è attratto sempre da questo, ma gira in senso diverso a seconda che si tratta dell'uno o dell'altro polo, mentre, invece, non gira, e non è nè attratto, nè respinto quando è presentato all'equatore del primo molinello. Questa proprietà è analoga a quella di cui godono i magneti rispetto alle loro ancore di ferro.

Lasciando cadere una certa quantità di segatura di legno su uno staccio disposto al disopra d'un molinello orizzontale, si vede formarsi un'ellissi centrale nel mezzo del molinello e si osserva che delle particelle di segatura son respinte dal centro verso i due poli. Prolungandosi l'esperienza, l'ellissi si trasforma a poco a poco in un circolo avente lo stesso centro.

Un vortice aereo può prodursi sotto l'azione d'una corrente rettilinea che agisce su un molinello non in movimento o, per meglio dire, su un corpo qualsiasi capace di girare. Ciò è stato dimostrato, non già da un'esperienza di Weyher, ma da un'esperienza eseguita nel Laboratorio aerodinamico di Kouchino, presso Mosca, e descritta all'ing. Weyher dall'autore di essa. L'esperimentatore russo ha impiegato un tubo di circa 1 m. di diametro nel quale era mandata una corrente d'aria mediante un gran ventilatore. Al centro del tubo è stata disposta una paletta di legno, verticale, larga 150 mm. ed alta 850 mm., la quale poteva girare intorno ad un asse coincidente con l'asse del tubo, e formato da due perni avvitati al centro della paletta. Si è cercato di disporre le cose in maniera che le vene d'aria passassero intorno alla faccia piatta della paletta molto simmetricamente allo scopo di avere una eguale depressione a destra ed a sinistra. In tali condizioni, la rotazione non s'è effettuata. Per contro, dopo aver dato un primo impulso a mano alla paletta, la depressione è aumentata da un lato, le vene aeree che erano simmetriche prima della rotazione hanno cessato di esserlo e sono aumentate dalla parte in cui la depressione è stata maggiore. Ne è risultata così una coppia che ha mantenuto indefinitamente la rotazione della paletta. L'osservatore ha constatato gli stessi movimenti vorticosi che si hanno coi molinelli.

In base alle sue numerose esperienze, l'ing. Weyher conclude che il meccanismo dei vortici consiste nel fatto che un gas qualsiasi, messo in rotazione intorno ad un asse, non gira intorno a questo in un'unica massa, ma si scinde in un'infinità di correnti separate le une dalle altre, ciascuna delle quali descrive delle eliche ora destrorse ora sinistrorse, ora centripete ora centrifughe.

In tal modo queste vene o correnti si incrociano dappertutto nello spazio, procedendo in senso inverso le une dalle altre e dando luogo a tante vibrazioni quanti sono gli incroci, cioè ad una infinità di vibrazioni.

L'ing. Weyher dà un esempio, il quale permette di giudicare fino a qual punto sia verosimile che il meccanismo vorticoso accennato esista realmente per l'etere dello spazio. Se si fa agire un vortice aereo, prodotto da un molinello ad asse verticale, su delle polveri sottili o su dei fiocchi leggeri, si vedono la polvere od i fiocchi, semprechè l'esperienza sia stata disposta in modo opportuno, disegnare colle loro eliche centripete e centrifughe un elissoide trasparente. Tale elissoide potrà restar sospeso, in equilibrio, fra l'attrazione del molinello ad asse verticale che tende a farlo salire e la gravità della terra che rende a farlo discendere.

Guardando quest'elissoide in proiezione orizzontale, cioè secondo l'asse del vortice, si scorge l'immagine esatta della nebulosa a spirale della costellazione dei Cani da caccia o della Vergine. Guardandolo in proiezione verticale, perpendicolarmente all'asse del vortice, si vede l'immagine della nebulosa di Altera. Guardandolo, infine in proiezione obliqua, si vede l'immagine della nebulosa della Lira, colla circostanza che la luminosità è minore alle estremità del diametro grande e maggiore all'estremità del diametro piccolo ed al centro. La cosa è curiosa, poichè la nebulosa della Lira presenta anch'essa le stesse particolarità, delle quali non è stata sinora spiegata la causa.

* * *

A complemento della relazione delle esperienze del Weyher, l'ing. Sylvain Périssé ha esposto alcune sue considerazioni fondate sulle esperienze sopracitate e sugli studii da lui fatti sull'argomento.

L'autore ha ricordato, anzitutto, come nei libri moderni di fisica venga ammesso che i fenomeni calorifici, luminosi, elettrici ecc., siano dovuti ad una sola causa e cioè ad un movimento vibratorio e ondulatorio delle particelle dell'etere, trasmesso con una velocità di 300.000 km. al secondo. La lunghezza d'onda di questa propagazione varierebbe, a seconda degli effetti particolari dei varii fenomeni, da alcuni metri ad un millesimo di millimetro.

Questa, però, è un'ipotesi non ammessa in modo generale, poichè è basata sulla materialità dell'etere, mentre questo per molti scienziati è assolutamente imponderabile. Tuttavia, Hirn ha scritto all'ing. Weyher che i suoi calcoli avevano dimostrato che l'etere è immateriale, ma si comporta come se fosse materiale.

L'ing. Weyher ha emesso l'opinione che, qualunque sia la rarefazione che la rende insensibile ai nostri strumenti più perfetti, una materia può esser più potente di tutte le altre alla sola condizione d'essere animata d'una velocità sufficiente. Egli è arrivato alla conclusione che l'etere debba possedere una energia bastante a circondare gli astri, muoverli, tenendoli alla rispettiva distanza tra di essi, vivificarli, farli comunicare tra di essi trasmettendo la loro azione reciproca.

L'ing. Sylvain Périssé è convinto che l'etere possiede una energia cinetica capace d'essere il fattore meccanico dell'universo e che esso si trova dappertutto intorno ai corpi materiali ed alle molecole che li costituiscono. Per ogni corpo in moto questa energia è uguale alla forza viva $\frac{1}{2}$ m V^2. La massa dell'etere è infinitamente piccola, ma essa non agisce che alla prima potenza, mentre la velocità, che è infinitamente grande, agisce alla seconda potenza, cioè secondo il quadrato di 300.000 km. al secondo.

L'autore ricorda pure che gli studii recenti sulla telegrafia senza fili e sulle onde elettriche hanno permesso di ammettere lunghezze d'onda che variano da 6000 m. per le onde elettriche a mm. 0.00015 per le onde chimiche; le onde luminose sono di mm. 0.0005. Le onde elettriche sono, quindi, straordinariamente più lunghe delle onde luminose e quasi incalcolabili. Le onde elettriche non sono arrestate dagli ostacoli, ma possono contornarli grazie ad un fenomeno detto di diffrazione: tale diffrazione secondo una esperienza famosa di Young, sarebbe della stessa natura della interferenza luminosa. La luce non si propaga in linea retta, ma, raggiunto un certo punto, può diramarsi in diverse direzioni come se il punto in questione diventasse esso stesso una sorgente luminosa. Si ammette che tale proprietà sia generale per qualsiasi movimento vibratorio che si propaghi in un mezzo elastico.

Si assimilano, così, le onde elettriche alle onde luminose e si ammette che, come queste, esse possano rifrangersi e subire l'interferenza; con tal ragionamento si spiega perchè esse non siano arrestate dagli ostacoli che si trovano tra il posto trasmettitore ed il posto ricevitore. L'analogia citata, però, non può esser ammessa se si ha riguardo alle esperienze fatte colle sorgenti luminose. Se si paragonano le condizioni di trasmissione lontana ed i risultati della telegrafia senza filo colle condizioni ed i risultati delle esperienze che hanno permesso d'ammettere il fenomeno

della diffrazione luminosa, si arriva alla conclusione che la teoria della diffrazione delle onde elettriche, senza la quale la trasmissione a grande distanza non potrebbe aver luogo, è assolutamente inammissibile; tutte le obbiezioni che si possono fare in proposito cadono se si sostituisce l'ipotesi dei vortici vibratorii a quella delle onde vibratorie. Tale sostituzione è, a parere dell'autore, assolutamente necessaria come quella che sola potrà permettere di spiegare i grandi problemi della Natura.

CUCCHIAIO CHE FONDE NELL'ACQUA CALDA

Col nome di *leghe fusibili* (1) si denotano alcune leghe le quali sebbene costituite di metalli fusibili solo al disopra dei 200°, pure diventano liquide a temperatura inferiore a quella dell'acqua bollente. Fondendole in forma di piccoli cucchiai questi diverranno liquidi ad esempio nel caffè un po' caldo, con grande sorpresa di chi ne ignora la composizione.

Ecco tale composizione per due di queste leghe che fondono a circa 65°:

Bismuto	8	Bismuto	33
Piombo	2	Piombo	33
Stagno	2	Stagno	19
Cadmio	1	Cadmio	15

L'aggiunta del mercurio abbassa ancora il punto di fusione delle leghe fusibili. Esempio:

Bismuto 8 + piombo 5 + stagno 3 + mercurio 2: fonde a 53°.

---

(1) V. il mio Manuale sulle « *Leghe metalliche* ».

APPENDICE

ALCUNE ISTRUZIONI UTILI

PEL DILETTANTE DI CHIMICA E FISICA

COME SI TRAFORA UN TURACCIOLO DI SUGHERO. — Il turacciolo deve essere di buon sughero, morbido, elastico, senza cavità notevoli nè parti dure. Lo si trafora a poco a poco mediante una lima conica, a coda di topo, facendola costantemente rotare mentre si spinge innanzi, ora da un lato ora dall'altro, del turacciolo (figura 544).

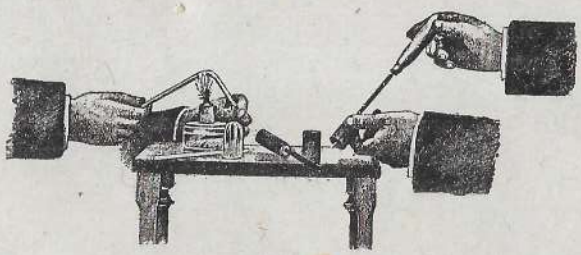


Fig. 544.

Prima di fissare il turacciolo nel collo della bottiglia, se ne raspa accuratamente la parte esterna per avere maggiore superficie di contatto; mentre s'introduce il turacciolo occorre tenere sempre il recipiente per il collo, ad evitare facili e pericolose rotture.

DEI MODI DI TAGLIARE E FORARE IL VETRO. — 1. Si può limare, tornire, tagliare il vetro con tutta facilità adoperando i soliti strumenti, coll'avvertenza di bagnarli ogni tanto in una soluzione satura di canfora nella benzina o nell'essenza di trementina.

Si può adoperare un trapano comune, anche di quelli che si usano pel *traforo*; bisogna però temperarlo nel modo seguente: si arroventa al color bianco la punta di acciaio del trapano poi rapidamente si conficca in un pezzetto di piombo; si lascia raffreddare nel piombo stesso: estraendonelo di poi si potrà con esso forare il vetro con la stessa facilità colla quale si fora il legno; solo si dovrà tenere costantemente bagnata la punta con una soluzione di canfora in acqua ragia comune (essenza di trementina), soluzione che si ottiene lasciando della canfora in polvere entro un po' d'acqua ragia sopra una stufa (non sul fuoco!) od altro, finchè la maggior parte si sia sciolta.

2. — Si applica un pezzo di mastice da vetraio o di argilla secca nel luogo dove si vuol fare il foro; in esso si pratica un'apertura del diametro del foro, fino a scoprire la corrispondente superficie del vetro; poi vi si versa una piccola quantità di vetro fuso. Quando questo è solidificato, battendovi sopra un leggero colpo secco si staccherà un pezzo di vetro corrispondente al foro voluto.

3. — Per forare lateralmente un tubo, comunemente si usa scaldare al cannello la parte che si vuol forare, chiudere alla lampada l'estremità vicina del tubo e soffiare dentro allo stesso; la parete rammollita dal calore cede alla compressione dell'aria e si forma un foro più o meno regolare, Il procedimento seguente permette di ottenere un foro più regolare, non richiede l'uso del cannello e permette anche di forare i tubi corti. Si chiudono ermeticamente le due estremità del tubo, per es., coi pollici, e si scalda la parte da forare alla lampada Bunsen od a quella ad alcool; una piccola esplosione indica la fine dell'operazione. L'aria dilatata entro il tubo si è aperta il passaggio producendo un foro tondo ben contornato.

4. — Per tagliare tubi di vetro si fa con una lima triangolare, inumidita, una intaccatura nel punto in cui si vuole avvenga la rottura; basta allora la flessione del tlbo su quel punto per determinarne la rottura netta.

5. — Quando si tratti di tubi a pareti grosse o di grande diametro il metodo indicato non riesce. Bisogna in tal caso avvolgere uno spago attorno al tubo e farlo girare tirando pei due capi, rapidamente e con molta forza; scaldato in tal modo il tubo, vi si versa sopra dell'acqua fredda che determinerà la rottura nella parte avvolta dalla cordicella; occorre che questa venga fatta scorrere sempre nello stesso posto.

6. — Si fa un tratto leggero con la lima attorno al tubo da tagliare e si avvolge il tubo sopra e sotto di tale intaccatura, con carta da filtro imbevuta d'acqua; poi si porta rapidamente tutto nella fiamma d'un becco *Bunsen* o meglio di una lampada da saldare il vetro; il tubo si romperà immediatamente.

7. — Si fa nel punto voluto, una intaccatura a lima (triangola, di taglio fine) ben marcata. Si prende il tubo nel modo indicato nella fig. 545, a 4-5 cm. da ciascun lato del segno di lima

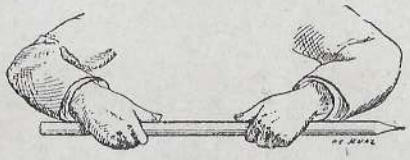


Fig. 545.

con le braccia ben staccate dal corpo, affinchè la trazione venga ad esercitarsi nel senso dell'asse del tubo; si tira allora nel senso di tale asse, *senza flessione*. Se il tubo resiste si accentua maggiormente il tratto di lima.

8. — Un altro modo consiste nell'attorniare il tubo o il collo della bottiglia, ecc., che si vuol tagliare, con un filo di lucignolo da lumi ad olio, imbevuto di alcool o di essenza di trementina; l'accensione di questo filo determina un innalzamento di temperatura nel vetro, nella zona limitata all'anello da esso formato e produce la rottura secondo tale direzione per effetto della cattiva conducibilità del vetro stesso.

9. — *Carbone Berzelius per tagliare il vetro.* L'uso di questo carbone è basato sulla poca conducibilità che il vetro ha per il calore e sulla sua fragilità. Facendo scorrere sul vetro un cilindretto di carbone *Berzelius* (1) ben acceso (si mantiene acceso soffiandovi sopra) seguendo la linea secondo la quale si vuol tagliarlo, lo si vedrà fendersi appunto in tale direzione, man mano che si raffredda.

Il carbone Berzelius si prepara con queste soluzioni:

A)	Gomma arabica . .	30	*B*)	Storace calamita . .	5
	Gomma adragante .	13		Benzoino	13
	Acqua quanto basta.			Alcool quanto basta.	

(1) *Berzelius* è il nome del chimico che ne fu l'inventore.

Si mescolano le due soluzioni e si aggiungono alla miscela 100 gr. di nero fumo od altro carbone finamente polverizzato. Il tutto forma una pasta densa che si foggia a bastoncini rotolandola fra due vetri spolverati con carbone. Si fa poi seccare lentamente a dolce calore.

10. — Si potrebbe anche far uso di una sbarra di ferro scaldata al rosso, facendola scorrere dove si vuole che la rottura abbia luogo.

11. — Per tagliare un bicchiere di vetro a data altezza si può riempirlo d'olio in modo che il livello del liquido si trovi precisamente sul futuro taglio, indi immergere nell'olio un pezzo di ferro fortemente arroventato, il che determina la rottura del vetro.

12. — Un modo assai strano di tagliare il vetro consiste nell'adoperare le forbici come se si dovesse tagliare del cartone, tenendo però immersi *completamente* nell'acqua le mani, le forbici e la lastra di vetro. Le forbici, naturalmente, dopo l'operazione hanno bisogno d'essere arrotate....

Come si curva un tubo di vetro. — Si scalda in una larga fiamma di lampada ad alcool (la fiamma del gas è preferibile) la parte del tubo da curvare, sopra un tratto esteso; occorre pazientare e piegare il tubo solo quando è rammollito, chè altrimenti si romperebbe. Se la parte del tubo scaldata fosse troppo ristretta la curvatura resterebbe strozzata e senza eleganza (1).

Come si fa una calamita. — Premetterò che il ferro dolce è più facile a calamitare, ma perde la proprietà magnetica con grande facilità, mentre l'acciaio è più refrattario alla calamitazione, ma perde poi pochissimo della proprietà acquistata. L'acciaio che fu temperato ad elevata temperatura con un successivo repentino raffreddamento è quello che dà i migliori risultati per la calamitazione.

---

(1) I lettori troveranno nei miei manuali della Collez. Hoepli « *Ricettario domestico* » 8ª ediz. e « *Ricettario industriale* » 8ª ediz. larga messe di indicazioni e procedimenti, molti dei quali potranno loro tornar utili nell'eseguire le esperienze descritte in questo libro.

Ciò che riguarda, ad esempio: i mastici, i luti, le colle, le gomme, le vernici, i fuochi d'artifizio, i prodotti chimici in genere, le profumerie, la smacchiatura, la decorazione artistica del vetro, dei metalli, ecc., la riproduzione dei disegni, la fotografia, la conservazione dei campioni di Storia Naturale, la galvanoplastica, la doratura, argentatura, nichelatura, ecc., le leghe metalliche, la colorazione chimica dei metalli, le materie plastiche, il celluloide e affini, il giardino (fiori e piante ornamentali), le imitazioni, l'impermeabilizzazione, l'incombustibilità, gli inchiostri, le saldature, i saponi e mille altri generi e procedimenti, è in detti Manuali trattato ampiamente.

Il modo più semplice per magnetizzare una sbarra di acciaio consiste nello sfregarla, sempre nello stesso senso, con una sbarra calamitata potentemente.

Si può anche procedere in questo modo: sulla parte media della sbarra da calamitare si appoggiano i poli di nome contrario di due forti calamite, e si fanno scorrere queste due estremità sulla sbarra fissa, una in un senso e l'altra nell'altro e ripetutamente, fino a constatazione d'un risultato soddisfacente.

Siccome la calamitazione penetra assai poco nel metallo, come si può constatare facendo sciogliere la parte superficiale del metallo nell'acido solforico ad es., conviene calamitare delle lamine sottili d'acciaio, anzichè delle grosse sbarre, e riunirne poi un certo numero per formarne una calamita unica che riuscirà assai più potente, a parità di peso, di altre fatte d'un sol pezzo.

È noto che la calamitazione si conserva, non solo, ma si aumenta col tenere sempre la calamita in contatto con la sua armatura, ossia con un pezzo di ferro che si carica magari gradualmente di pesi. Dopo qualche tempo si potrà riconoscere come il peso sostenuto dalla calamita sia d'assai superiore a quello che in principio essa era suscettibile di sostenere.

Lampadina ad acetilene. — In molti esperimenti che richiederebbero l'uso di luce molto intensa, si può usare una lampada ad acetilene in sostituzione dell'arco voltaico o di luci che richiedano l'uso dell'ossigeno.

Si può costruire assai semplicemente una lampadina per tale uso servendosi di una bottiglia a largo collo, nella quale si mette un po' di carburo di calcio grossolanamente contuso. Vi si versa dell'alcool da ardere in modo da ricoprirne il carburo, e si aggiunge all'incirca altrettanta acqua, cioè tanta quanta ne occorra per ottenere lo svolgimento gassoso che si desidera (fig. 546).

Fig. 546.

La bottiglia sarà chiusa da turacciolo di gomma attraversato da un tubo di vetro del diametro di circa 7 mm., la cui estremità inferiore sarà stata ridotta a taglio obliquo allungato che permetta alle goccioline di liquido, trascinate dalla corrente gassosa, di ricadere.

Per ottenere una fiamma lineare di circa 4 cm. che potrà essere disposta sia verticalmente che orizzontalmente, basterà

bruciare l'acetilene all'estremità di un tubo di vetro tirato a punta assai fina ($^3/_{10}$ di mm.) sostituendo questo tubo con un becco di steatite a fori coniugati ed aumentando la produzione del gas si ottiene una fiamma a *farfalla* di luce assai intensa.

PINZE IMPROVVISATE PER CAUCCIÙ

Per fermare l'efflusso d'un fluido da un tubo di gomma si possono usare pinze per stendere biancheria ad asciugare, oppure

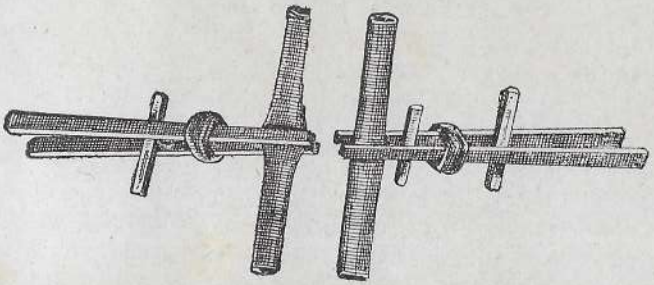


Fig. 547.

fabbricarsene con stecche di legno e un anello di gomma, come è indicato nella figura; con queste pinze si può anche *ridurre* solamente l'efflusso anzichè fermarlo.

Fig. 548.

PER MANIPOLARE RECIPIENTI CONTENENTI LIQUIDI CALDI

Si può far uso di pezzi di tubo di caucciù sezionati pel lungo, come si vede in figura.

PER POTER AFFERRARE IL COLLO DI UN PALLONE DI VETRO, SENZA SCOTTARSI

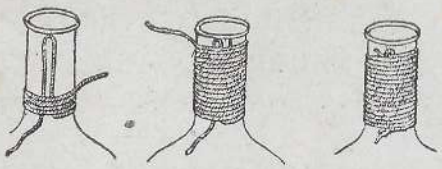


Fig. 549.

Basterà avvolgere, in precedenza, il collo del pallone con spago — che è cattivo conduttore del calore — nel modo indicato nelle figure.

FIGURE DA RITAGLIARE
PER ESEGUIRE LE ESPERIENZE
ALLE QUALI SI RIFERISCONO

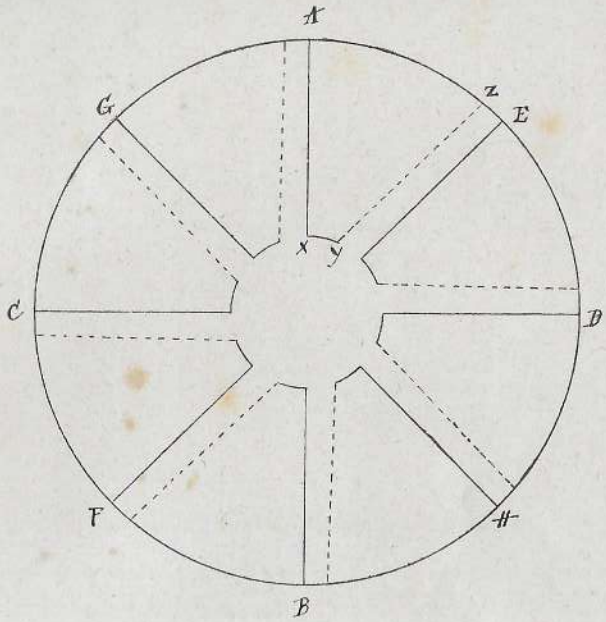


Fig. 550. - V. pag. 4.

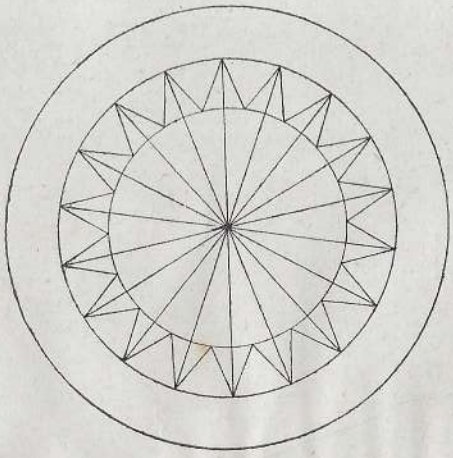


Fig. 551. - V. pag. 5.

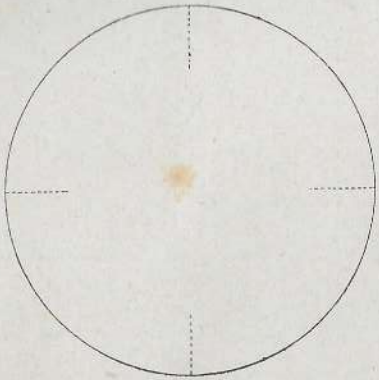


Fig. 552. - V. pag. 6.

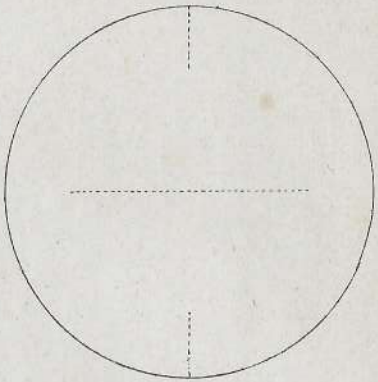


Fig. 553. - V. pag. 6.

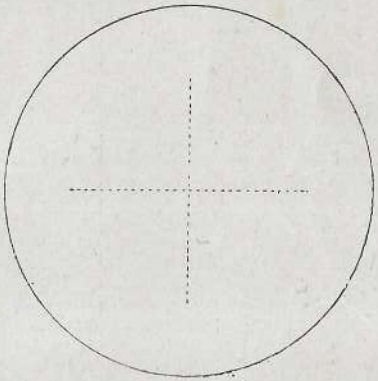


Fig. 554. - V. pag. 6.

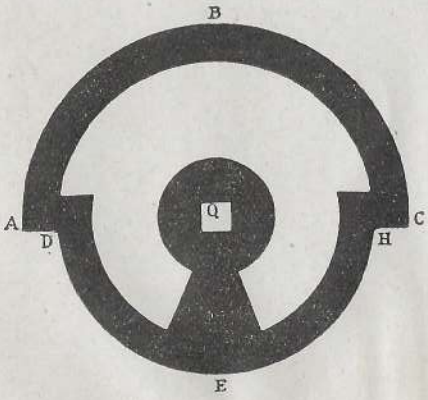


Fig. 555. - V. pag. 147.

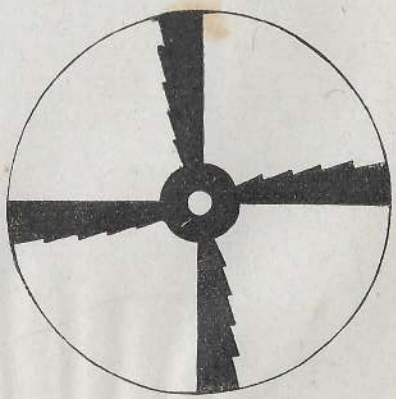


Fig. 556. - V. pag. 155.

Fig. 557. - V. pag. 160.

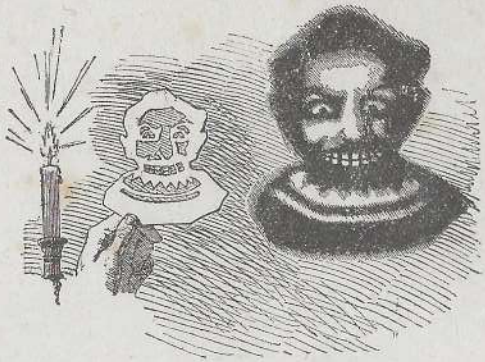


Fig. 558. - V. pag. 160.

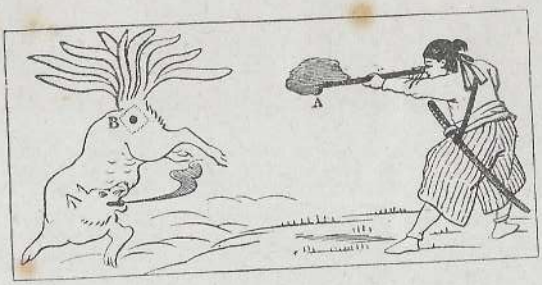


Fig. 559. - V. pag. 229.

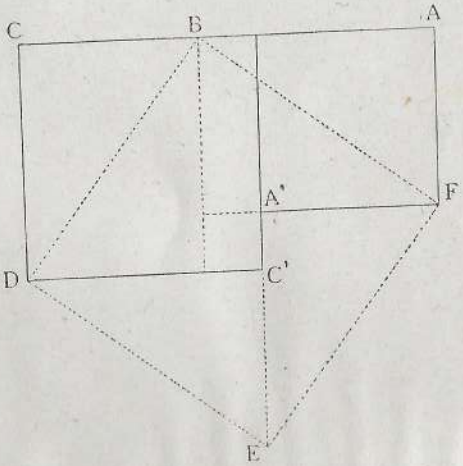


Fig. 560. - V. pag. 338.

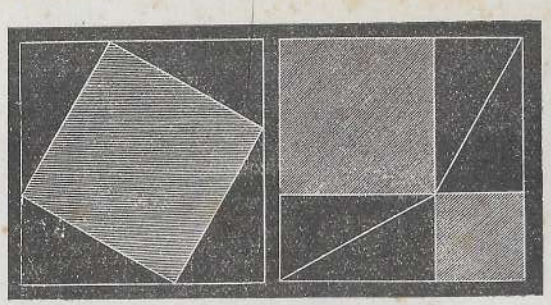


Fig. 561. - V. pag. 338.

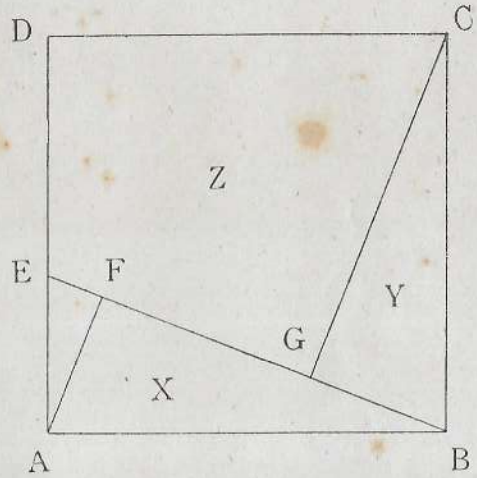


Fig. 562. - V. pag. 339.

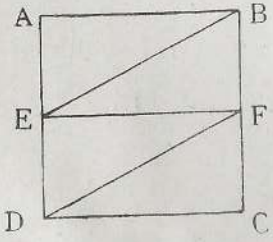


Fig. 563. - V. pag. 340.

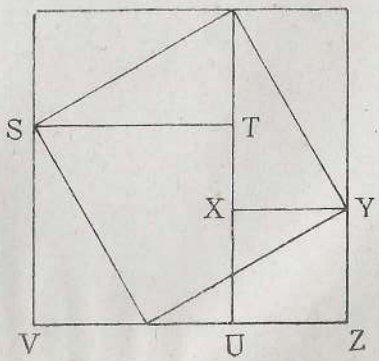


Fig. 564. - V. pag. 340.

Fig. 565. - V. pag. 381.

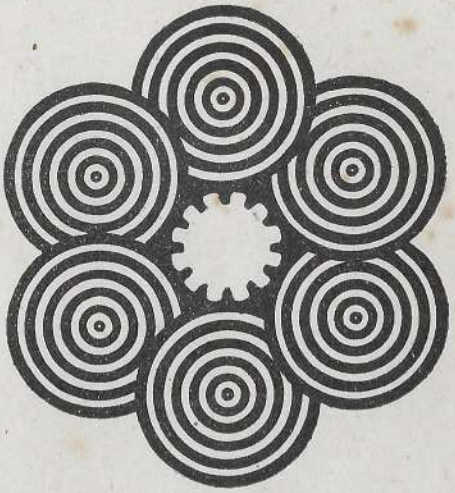


Fig. 566. - V. pag. 381.

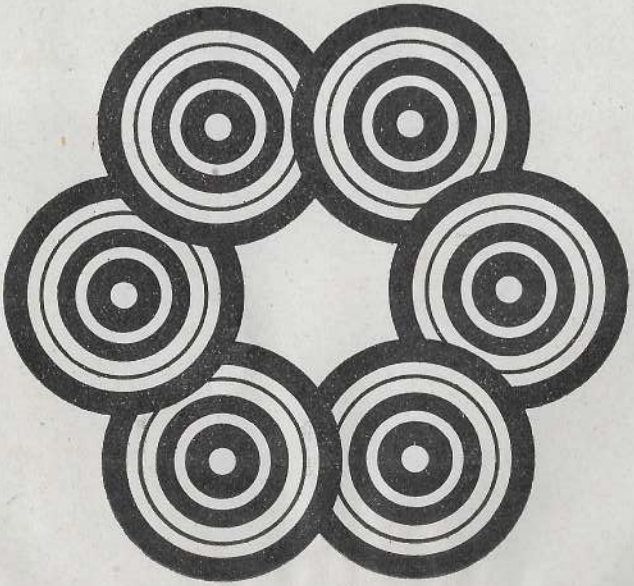


Fig. 567. - V. pag. 382.

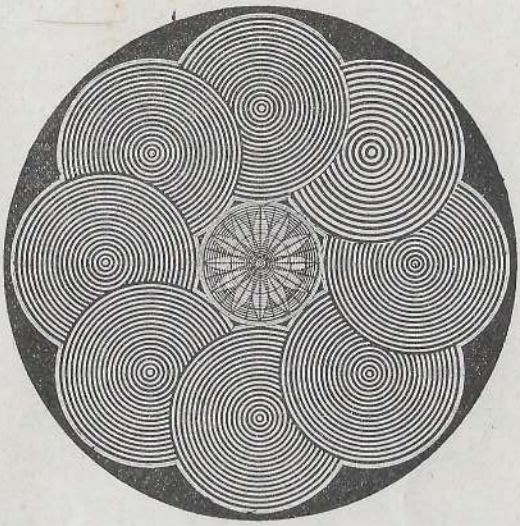


Fig. 568. - V. pag. 383.

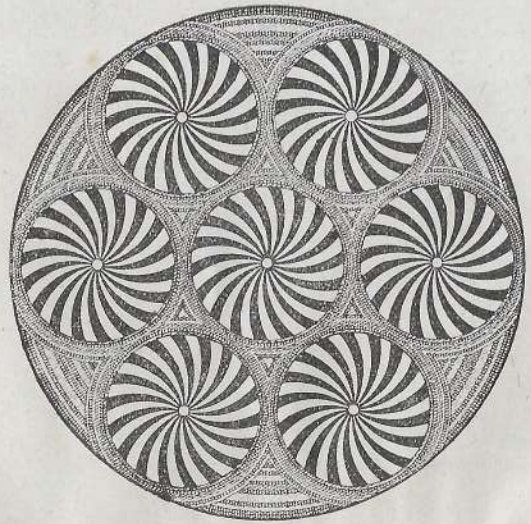


Fig. 569. - V. pag. 383.

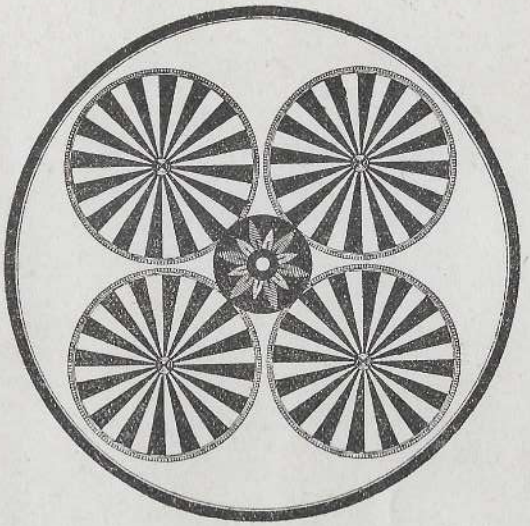


Fig. 570. - V. pag. 384.

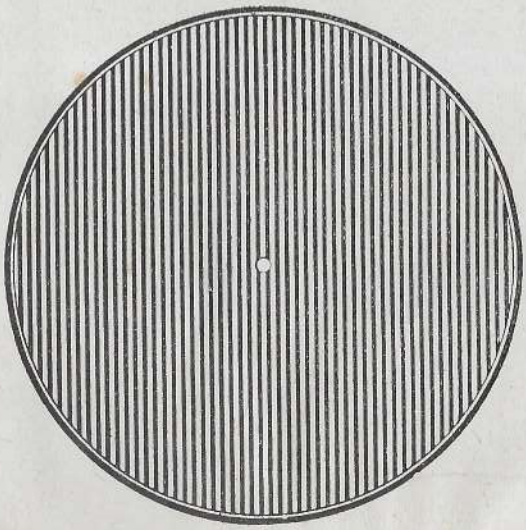


Fig. 571. - V. pag. 384.

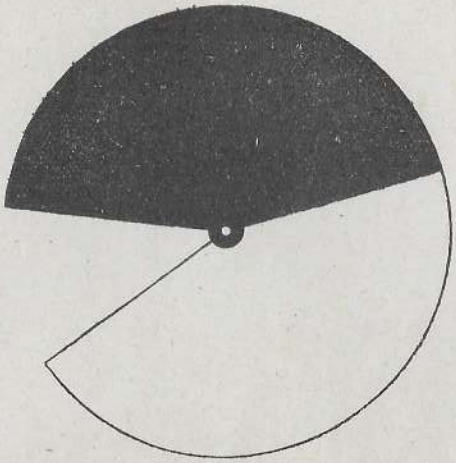


Fig. 572. - V. pag. 388.

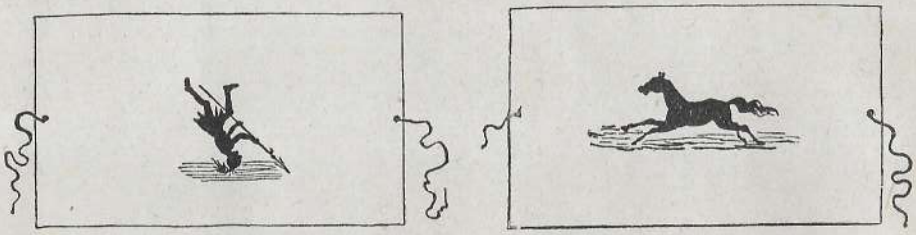


Fig. 573-574. - V. pag. 391.

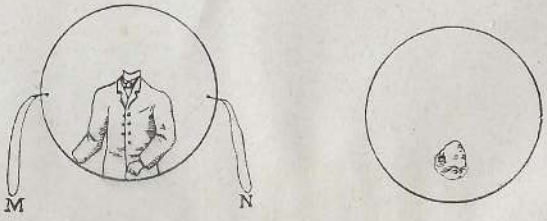
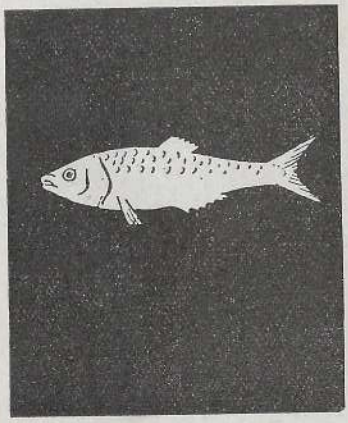


Fig. 575-576. - V. pag. 391.



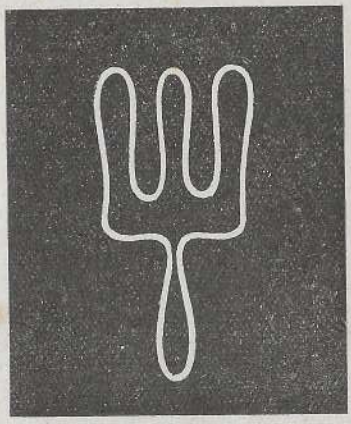


Fig. 577-578. - V. pag. 392.

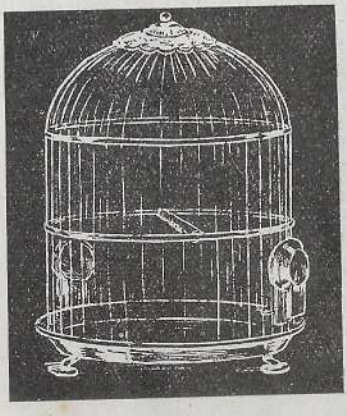


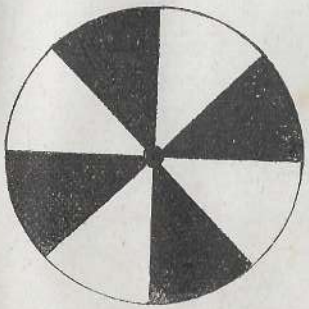
Fig. 579-580. - V. pag. 392.

T U T PO

A MA RO

Fig. 581. - V. pag. 393.

Fig. 582. - V. pag. 399.



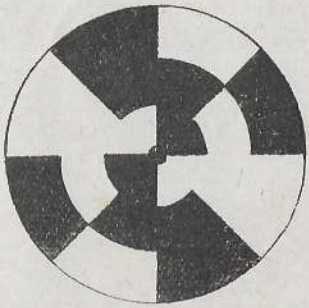


Fig. 583-584. - V. pag. 399.

Fig. 585. - V. pag. 400.